



Distribución espacial de la población y consumo doméstico de agua a escala de detalle en el sistema Aljarafesa

Tesis doctoral realizada por

Serafín Ojeda Casares

Bajo la dirección de la
Profª. Dra. Pilar Paneque Salgado

Programa de Doctorado “Medio Ambiente y Sociedad”

Sevilla, noviembre de 2018

Distribución espacial de la población y
consumo doméstico de agua a escala de
detalle en el sistema Aljarafe

ÍNDICE

Índice de mapas	10
Índice de figuras	11
Índice de tablas	12
 Prólogo	 15
 INTRODUCCIÓN	 19
 CAPÍTULO I. MARCO GENERAL	 29
1. Consumo doméstico de agua. Datos básicos.	31
2. Limitaciones metodológicas del análisis del consumo doméstico de agua	38
2.1. Técnicas y herramientas de análisis	38
2.2. Escalas de análisis	42
3. La potencialidad de la desagregación espacial de la información demográfica y estadística	44
4. Propuesta metodológica	50
4.1. Distribución espacial de la población	52
4.2. Distribución espacial del consumo de agua	52
4.2.1. Ficheros de referencia para la geocodificación	53
4.2.2. Tratamiento previo y normalización de ficheros	54
4.2.3. Geocodificación del fichero	54
4.2.4. Generación de una capa con las acometidas de suministro de agua	56
4.2.5. Capa con consumo doméstico de agua per cápita	56
4.3. Caracterización urbana del territorio	57
4.4. Integración de la información	57
4.4.1. Relación entre el consumo de agua y los habitantes de cada celda	58
4.4.2. Relación entre el consumo de agua per cápita y las características urbanas del territorio	58
4.5. Operaciones de síntesis	58

4.5.1. Análisis de tendencia en el consumo según características urbanas del territorio.....	58
4.5.2. Síntesis de resultados para las entidades de análisis.....	59
4.5.3. Definición y asignación de los valores de ponderación y definición de zonas de análisis territorial	60
CAPÍTULO II. CONTEXTO TERRITORIAL.....	63
1. Ámbito de trabajo.....	65
1.1. Delimitación de la zona de estudio	65
1.2. Unidades de observación	69
2. El territorio del Aljarafe	72
2.1. Evolución reciente.....	74
2.2. Crecimiento de la población.....	80
2.3. Expansión del suelo urbano.....	86
2.4. Transformaciones en el parcelario	92
CAPÍTULO III. FUENTES DE DATOS.....	97
1. El mapa de la distribución espacial de la población en Andalucía	102
1.1. Puntos clave y fuentes de información principales	102
1.2. Proceso de georreferenciación de la población	105
1.2.1. Enfoque <i>bottom-up</i> : la geocodificación de los portales.....	105
1.2.2. Enfoque <i>top-down</i> : la desagregación espacial de los hogares no georreferenciados.....	107
1.2.3. Resultados híbridos.....	108
2. Datos de consumo doméstico de agua en el territorio de Aljarafe	112
3. Datos del Catastro Inmobiliario	113
3.1. Cartografía vectorial (formato <i>shapefile</i>)	115
3.1.1. Parcelas catastrales.....	115
3.1.2. Subparcelas que representan los volúmenes edificadas dentro de una parcela	119
3.2. Información alfanumérica (formato CAT)	124
3.2.1. Estructura del fichero	124
3.2.2. Fichero tipo 11. Registro de Finca	124
3.2.3. Fichero tipo 14. Registro de Construcción	124
3.2.4. Fichero tipo 15. Registro de Inmueble	125
4. Fotografías aéreas.....	128

CAPÍTULO IV. APLICACIÓN METODOLÓGICA	131
1. Distribución espacial de la población en el Aljarafe	134
2. Distribución espacial del consumo doméstico de agua de Aljarafe.	
Georreferenciación de las acometidas	134
2.1. Ficheros de trabajo.....	137
2.1.1.Fichero de trabajo a geocodificar.....	137
2.1.2.Ficheros de referencia para la geocodificación	138
2.2. Tratamiento previo de los ficheros	141
2.3. Normalización del fichero tratado.....	141
2.4. Geocodificación del fichero	144
2.4.1.Indexación	147
2.4.2.Geocodificación a portal exacto	147
2.4.3.Geocodificación a portal cercano.....	152
2.4.4.Geocodificación a portal exacto sin incluir tipo de vía en variable agrupación.....	154
2.4.5.Geocodificación a centro de vía	155
2.4.6.Obtención del fichero geocodificado final	157
2.5. Generación de una capa con las acometidas de suministro de agua	158
2.5.1.Georreferenciación de las acometidas	158
2.5.2.Capa georreferenciada con consumo doméstico de agua	159
3. Definición de las características urbanas del territorio del Aljarafe	164
3.1. Usos de los bienes inmuebles	165
3.2. Antigüedad en la construcción o reforma de los bienes inmuebles	166
3.3. Tipología constructiva. Altura de los edificios.....	168
3.4. Superficie media de las viviendas.....	170
3.5. Presencia de piscinas	171
3.6. Presencia de patio/jardín.....	173
4. Aplicación de la metodología de análisis al caso de estudio	174
4.1. Integración de la información	174
4.1.1.Relación entre el consumo de agua y los habitantes de cada celda en el Aljarafe	175
4.1.2.Caracterización urbana del territorio del Aljarafe.....	175
4.2. Operaciones de síntesis	177
4.2.1.Análisis de tendencia en el consumo según características urbanas del territorio	177
4.2.2.Síntesis de resultados para las entidades de análisis y definición de zonas de análisis territorial.....	177

4.2.3. Definición y asignación de los valores de ponderación	179
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	181
1. Análisis espacial	183
1.1. Consumo de agua por celdas de 250 m.....	183
1.2. Relación entre el consumo de agua y los habitantes de cada celda. Consumo litro/persona/día en cada celda.....	185
1.3. Caracterización urbana del territorio. Catastro.....	187
1.4. Integración de la información. Análisis de tendencias en el consumo según características urbanas de las celdas	189
1.4.1. Usos de los bienes inmuebles	191
1.4.2. Año de construcción o reforma	193
1.4.3. Tipología constructiva. Altura de los edificios.....	194
1.4.4. Superficie media de las viviendas.....	196
1.4.5. Presencia de piscinas	197
1.4.6. Presencia de patio o jardín	199
2. Síntesis de resultados para las entidades de análisis	201
2.1. Definición de zonas de análisis territorial y asignación de los valores de ponderación	202
2.2. Análisis de los resultados de detalle.....	203
2.2.1. Análisis de la relación entre usos y consumo de agua	204
2.2.2. Análisis de la relación entre tipología de las viviendas y consumo de agua	206
2.2.3. Análisis de la relación entre antigüedad y consumo de agua	208
2.2.4. Análisis de la relación entre tamaño de las viviendas y consumo de agua	210
2.2.5. Análisis de la relación entre la presencia de piscinas y consumo de agua	212
2.2.6. Análisis de la relación entre la presencia de patio/jardín y consumo de agua	214
2.3. Zonificación del territorio y perfiles de síntesis.....	216
CONCLUSIONES	255
1. Sobre los datos	255
2. Sobre la metodología de análisis del consumo doméstico de agua en escalas infra-municipales	258
3. Sobre la dimensión de la unidad de observación	258

4. Sobre las unidades de observación regulares en cuanto a forma y tamaño	259
5. Sobre la riqueza de análisis de la información desagregada de consumo de agua	260
6. Sobre las diferencias territoriales en el consumo de agua	261
7. Sobre la cartografía como herramienta de análisis	262
BIBLIOGRAFÍA	265

Índice de mapas

Mapa II-1	Delimitación del ámbito de trabajo	68
Mapa II-2	Municipios, secciones censales y celdas con población residente	71
Mapa II-3	Evolución del suelo urbano	88
Mapa III-1	Distribución espacial de la población en el Aljarafe. Año 2014	111
Mapa III-2	Estructura de la información gráfica de la capa de parcelas catastrales	119
Mapa III-3	Estructura de la información gráfica de las capas de parcelas catastrales y elementos constructivos en zona de viviendas unifamiliares	122
Mapa III-4	Estructura de la información gráfica de las capas de parcelas catastrales y elementos constructivos en zona de viviendas plurifamiliares	123
Mapa IV-1	Localización de las acometidas con consumo de agua	160
Mapa IV-2	Consumo de agua por celdas. Año 2014 (detalle)	161
Mapa IV-3	Consumo doméstico de agua por celdas. Año 2014	163
Mapa IV-4	Caso ilustrativo de piscinas en viviendas unifamiliares adosadas	172
Mapa V-1	Caso ilustrativo celdas con consumo de agua por habitante muy elevado	186
Mapa V-2	Bienes inmuebles según uso	205
Mapa V-3	Bienes inmuebles según tipología	207
Mapa V-4	Bienes inmuebles según antigüedad	209
Mapa V-5	Viviendas según tamaño	211
Mapa V-6	Presencia de piscinas	213
Mapa V-7	Presencia de patio/jardín	215
Mapa V-8.	Zonificación según tipología urbana	220

Índice de figuras

Figura I-1.	Evolución del volumen total de agua registrada y distribuida por tipo de usuario (hogares) en las comunidades autónomas más pobladas	34
Figura I-2.	Crecimiento anual acumulado del consumo de agua per cápita (hogares) entre 2000 y 2014 por comunidades autónomas	35
Figura I-3.	Evolución del consumo doméstico de agua en el Sistema de Aljarafesa	37
Figura I-4.	Metodología de análisis	62
Figura II-1	Evolución de la población por zonas entre 1900 y 2013	81
Figura II-2	Evolución de la población por municipios entre 1970 y 2013	82
Figura II-3	Tasa de crecimiento anual acumulado por zonas entre 1950 y 2013	83
Figura II-4	Tasa de crecimiento anual acumulado por municipios entre 1950 y 2013	84
Figura II-5	Evolución de la superficie de suelo urbano por zonas entre 1956 y 2013	89
Figura II-6	Incremento de la superficie de suelo urbano por municipios entre 1956 y 2013	90
Figura II-7	Viviendas según fecha de construcción o reforma por municipios	94
Figura II-8	Superficie construida de bienes inmuebles según fecha de construcción o reforma por zonas	96
Figura III-1	Proceso de georreferenciación de la población de Andalucía	106
Figura IV-1	Histograma	150
Figura IV-2	Detalle del fichero de enlaces	151
Figura V-1	Consumo de agua por celdas	190
Figura V-2	Consumo de agua según uso de los bienes inmuebles	192
Figura V-3	Consumo de agua según año de construcción o reforma	194
Figura V-4	Consumo de agua según tipología urbana. Altura de los edificios	196
Figura V-5	Consumo de agua según tamaño medio de las viviendas	197

Figura V-6	Consumo de agua según presencia de piscinas (superficie de las láminas de agua en m ²)	199
Figura V-7	Consumo de agua según de patio/jardín (superficie en m ²)	201

Índice de tablas

Tabla I-1.	Tabla síntesis de clasificación de las celdas según presencia de variables analizadas en cada una de las celdas	59
Tabla I-2.	Tabla síntesis de los valores de ponderación según presencia de variables analizadas en cada una de las celdas	60
Tabla III-1	Estructura de la tabla de atributos de la capa de la Distribución Espacial de la Población en Andalucía	109
Tabla III-2	Estructura de la tabla de atributos de la capa de parcelas catastrales [Parcelas.shp]	117
Tabla III-3	Estructura de la tabla de atributos de la capa Subparcelas urbanas que representan los volúmenes edificadas dentro de una parcela [Constru.shp]	120
Tabla III-4	Nomenclatura de subparcelas (unidades constructivas)	121
Tabla III-5	Fichero tipo 15. Registro de Inmueble	126
Tabla III-6	Codificación de los usos de los bienes inmuebles	128
Tabla IV-1	Diseño de registro del fichero a geocodificar	137
Tabla IV-2	Normalización de portales del fichero a geocodificar	138
Tabla IV-3	Diseño de registro de "CDAU_portales"	139
Tabla IV-4	Diseño de registro de "CDAU_viales"	140
Tabla IV-5	Equivalencia de campos o variables	145
Tabla IV-6	Equivalencias de literales de nombres de vía	152
Tabla IV-7	Equivalencias de tipos y literales de nombres de vía	154
Tabla IV-8	Estructura del fichero geocodificado final	157

Tabla IV-9	Tabla de inmuebles, según usos (conteo de inmuebles)	165
Tabla IV-10	Tabla de inmuebles, según usos (superficie en m ²)	166
Tabla IV-11	Tabla de inmuebles, según año de construcción o reforma	167
Tabla IV-12	Tabla de inmuebles, según número de plantas del edificio	169
Tabla IV-13	Tabla de inmuebles con uso residencial, según superficie de las viviendas	171
Tabla V-1	Tabla síntesis del consumo de agua según uso de los bienes inmuebles	191
Tabla V-2	Tabla síntesis del consumo de agua según año de construcción o reforma de los bienes inmuebles	193
Tabla V-3	Tabla síntesis del consumo de agua según altura de los edificios donde se encuentran los bienes inmuebles	195
Tabla V-4	Tabla síntesis del consumo de agua según tamaño medio de las viviendas	196
Tabla V-5	Tabla síntesis del consumo de agua según la presencia de piscinas ..	198
Tabla V-6	Tabla síntesis del consumo de agua según la presencia de patio/jardín	200
Tabla V-7	Zonificación según tipología urbana	218

Prólogo

Una tesis doctoral es un trabajo individual que no se entiende sin las aportaciones directas o indirectas que hacen otras personas. Aportaciones, bien de carácter profesional o bien de carácter personal y que terminan conformando el bagaje que permite al autor que el viaje en el que se embarca llegue a buen puerto. En este caso, son personas, empresas e instituciones con las que he ido construyendo mi vida profesional, docente e investigadora a lo largo de una serie amplia de años y que de alguna forma están presentes en este trabajo.

El proceso empieza en los años de formación en las universidades de Sevilla y Utrecht y poco tiempo después en los Servicios de Educación y Estudios Ambientales, SEEDA, SL, con Jaime Serveto y Francisco J. Guerra, con los que, en la primera mitad de los años noventa, pude llevar a cabo mis primeras tareas profesionales aplicando los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

También quiero recordar los muchos años que estuve en Grupo Entorno y dar las gracias porque allí aprendí a ser geógrafo trabajando con un gran grupo de profesionales, entre los que quiero destacar a Nacho Pozuelo y Pepe Quidiello, con los que aprendí mucho de cómo conocer y analizar el territorio a través de la cartografía temática, y de cómo analizar y ordenar ese mismo territorio con un acercamiento muy intenso a este, desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Pude allí participar en la elaboración de algunos atlas y de varios planes de ordenación del territorio, incluido el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía.

Están también aquí presentes mis compañeros de la Universidad Pablo de Olavide, con los que llevo más de 15 años trabajando. Por un lado, están, entre otros, los de mi área de conocimiento, Análisis Geográfico Regional, Juan Ojeda, Antonio García y Jose Torres, así como aquellos con los que comparto asignaturas, fundamentalmente Macarena Tejada y Jesús Jurado, con los que tanto he aprendido y aprendo de SIG.

También quiero nombrar y dar las gracias a los compañeros del Instituto de Estadística de Andalucía, después también Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, con los que, a lo largo de un número amplio de años, he aprendido tantas cosas, entre otras la importancia de la precisión en el dato, y con los que he ido también

profundizando en el rigor en el trabajo. Con ellos he trabajado, aprendiendo entre todos, cómo la cartografía estadística puede explicar muchas cosas de las personas y del territorio que estas ocupan, he aprendido cómo una encuesta trabajada con rigor es una fuente de información de una riqueza amplísima, así como que la sistematización y el orden en la información territorial ayudan a entender mucho mejor cómo es el mundo en el que nos movemos. Aquí en este trabajo están, de alguna forma, Jose Molina, Germán Pérez, Iria Enrique, Joaquín Valverde, María Escudero y Eli Caballero, así como Inma Trabado, Elena González, Rubén Martín y Mónica Rivera, con los que he trabajado mucho y bien. Y quiero, además, tener un recuerdo muy especial para María, excelente persona, excelente compañera y excelente profesional.

Lógicamente, está también muy presente Pilar Paneque, que como directora de esta tesis ha sabido diseñar un esquema de trabajo sólido, limpio y claro. Gracias por su dedicación y empeño y por esa sutil habilidad para animarme a seguir trabajando para que esta tesis haya podido salir adelante.

Está también presente en esta tesis Mila, sin cuya presencia no hubiera podido llevarse a cabo. Gracias por apoyar con su silencio y con su paciencia. Por su ejemplo de generosidad y renuncias. Y están también Ana y Nicolás, que aún no saben qué es una tesis doctoral, pero que han sufrido las consecuencias de que ésta se haya escrito.

Hay también que dejar constancia de que este trabajo de investigación ha sido financiado por el Grupo de Investigación ADINA (HUM-750), perteneciente al Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Junta de Andalucía. Tengo que agradecer también a la Empresa Mancomunada del Aljarafe, S.A. (Aljarafesa) la cesión de los datos de consumo doméstico de agua, mediante Convenio de Colaboración con la Universidad Pablo de Olavide, sin los que no hubiera sido posible hacerse este trabajo, y en especial a su director-gerente, Pedro Rodríguez y a su director de gestión comercial, J. Félix Ríos, por la disponibilidad mostrada.

Y por último, muchas gracias a mi amigo Manolo Yruela, por enseñarme a escribir mejor.

A Mila, a Ana y a Nicolás

INTRODUCCIÓN

El análisis espacial, al igual que la cartografía, es una disciplina que se apoya en dos componentes esenciales para representar la información. El primero es el concepto de que todos los elementos tienen una localización en el espacio que no es arbitraria, y el segundo es que todos ellos poseen unos atributos de carácter temático que los definen y los caracterizan. De este modo, y de forma general, es básico definir qué es lo que se desea representar en un mapa y cuál es la unidad de observación que se va a utilizar como referencia para tratar y representar la información. Generalmente las unidades que se utilizan se corresponden con divisiones de carácter ambiental o natural para representar la información de carácter físico, unidades bioclimáticas, comarcas naturales o bien otras que se utilizan en un caso u otro en función de la información temática que se desee representar. En el caso de la información socioeconómica, ésta se agrega generalmente en función de las distintas unidades administrativas en las que se suele organizar la información. Se utilizará una u otra en función de la escala de representación y de la disponibilidad de datos. En este caso se habla generalmente de países, regiones, provincias, comarcas, municipios o secciones censales y lo más habitual hasta ahora es la representación de la información a nivel provincial o municipal, e instituciones como Eurostat, por ejemplo, definen una correspondencia entre unidades administrativas de los distintos estados de la Unión Europea para la homogeneización de las tareas de difusión y análisis de la información estadística. Son las denominadas NUTS, Nomenclatura de Unidades Territoriales Estadísticas.

La elección de la escala de trabajo y de la unidad de observación que se va a utilizar puede modificar la percepción que se tiene del comportamiento espacial de la variable representada y/o analizada. Lo más destacable no es observar solo los datos cuantitativos, sino el efecto que causa el aspecto visual que se percibe en lo referente a la distribución de la información, que es diferente en función de la escala de análisis. Los efectos de escala y de zona son conocidos en el análisis espacial de datos como el problema de la unidad espacial modificable (*modifiable areal unit problem* [MAUP]), que queda definido como que la correlación entre dos fenómenos distribuidos en el espacio puede cambiar de forma dramática de acuerdo con el tamaño y la forma de las unidades espaciales sobre las que el fenómeno es medido (Goerlich & Cantarino, 2012). Es por ello importante destacar cómo la mayor desagregación espacial del

mismo dato permite analizar los patrones territoriales de una forma mucho más fiel y precisa.

La tendencia a la elaboración de mapas dasimétricos con unidades de observación homogéneas es amplia y ya larga en el tiempo. Un mapa dasimétrico se puede entender como un mapa de coropletas donde las áreas estadísticas se representan como áreas homogéneas, asumiéndose que el dato representado se distribuye por todo el territorio de forma homogénea. Se trabaja con datos cuantitativos utilizando simbología superficial en las unidades donde la variable toma un valor uniforme. Así, la generación de cartografía dasimétrica en unidades homogéneas, generalmente celdas, no se ha utilizado solo para la presentación y análisis de datos ambientales, donde ha sido siempre muy utilizada, sino también para la distribución de la población en unidades diferentes a las meramente administrativas. Las dimensiones de estas unidades homogéneas no han sido siempre las mismas y en algunos casos estas se han tenido que adaptar a las dimensiones de la celda según la resolución del CORINE Land Cover correspondiente (Gallego, 2010).

De este modo, y siguiendo estos planteamientos, existe una tendencia reciente encaminada a la búsqueda de una mayor desagregación territorial de la información. Se trabaja con frecuencia en la representación de la información a nivel de sección censal, fundamentalmente de carácter demográfico, aunque esto cuenta con dos inconvenientes fundamentales. Uno es el de la frecuente modificación de los límites para adaptarse a las necesidades propias que definen la generación de las secciones censales; y, por otra parte, la heterogeneidad espacial que poseen estas divisiones resulta inconveniente por las amplias diferencias en cuanto a sus dimensiones superficiales, que con frecuencia son demasiado extensas (Mora & Martí, 2015). Así, en líneas generales se puede afirmar que “La unidad de análisis ‘sección censal’ no garantiza ninguna homogeneidad en cuanto a características socioeconómicas o demográficas de los individuos que la conforman, ni uniformidad alguna en lo referente a la urbanización o conformación del territorio que cubra esta sección” (Enrique, 2013, p. 5).

Dentro de esta tendencia ha ido tomando fuerza la generación de unidades de observación de dimensiones más reducidas y de geometría regular. De este modo, son destacables las experiencias llevadas a cabo por el proyecto Geostat (ESSnet project Geostat) del Foro Europeo de Geografía y Estadística (EFGS), entidad que aglutina a las autoridades estadísticas de cuarenta estados y territorios, con el apoyo

de la Oficina Estadística de la Unión Europea (Eurostat), y que ha ido desarrollando los proyectos ESSnet Geostat 1A, 1B, 2 y 3. Los dos primeros y, fundamentalmente el proyecto 1B, tiene por objeto desarrollar directrices metodológicas para trasladar los resultados del censo de población y viviendas de 2011 a una rejilla cartográfica armonizada y común de 1 km², dentro del sistema de referencia ETRS89-LAEA siguiendo los criterios establecidos en la Directiva INSPIRE (Enrique *et al.*, 2013 y EFGS, 2013). En esta misma línea, los profesores Francisco J. Goerlich e Isidro Cantarino realizan un trabajo de estimación de la densidad de población en celdas de 1 km de lado para toda España, a través del análisis de la distribución de la población por secciones censales, complementándolo con la información que aportan una serie de variables auxiliares extraídas del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) (Goerlich & Cantarino, 2012).

Así, y siguiendo planteamientos similares a los reseñados en los párrafos anteriores, el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) ha ido desarrollando desde 2013 un trabajo de representación de la población de Andalucía en un mapa, buscando una amplia desagregación territorial y homogeneidad espacial, utilizando para ello una malla regular formada por celdas de 250 m de lado. El objetivo desde el principio ha sido analizar las posibilidades de representación de la información en un nivel de desagregación territorial de dimensiones reducidas y con una unidad de observación homogénea. En este caso se trabaja con información geocodificada en cada uno de los portales donde reside población, partiendo de las coordenadas X e Y que están contenidas en el Callejero Digital Unificado de Andalucía (CDAU). Se trabaja, por tanto, en la misma línea que el EFGS. Asimismo, la información demográfica disponible en Andalucía, también elaborada por el IECA, está referenciada a ese mismo nivel de portal, aunque su difusión pública se realiza en las mencionadas celdas de 250 m de lado. La información de origen es la contenida en la Base de Datos Longitudinal de la Población de Andalucía (BDLPA), que hace referencia a cada una de las personas con domicilio oficial en algún municipio de Andalucía, así como su edad, sexo, nacionalidad y situación con respecto a la Seguridad Social (personas de alta por cuenta ajena o por cuenta propia).

Los antecedentes de las tareas llevadas a cabo inicialmente por el EFGS, y posteriormente por otros organismos, se encuentran en las producciones de los datos de coberturas del suelo conocido como *Coordination of Information on the Environment* (CORINE Land Cover, CLC) que “plantea la integración de los mismos con los de estadísticas demográficas y socioeconómicas, fundamentalmente con el

objetivo de avanzar en el conocimiento de la distribución de la población y de las relaciones entre la actividad humana y el medio ambiente. Esta integración de datos demográficos y socioeconómicos con estadísticas medioambientales solo es posible si utilizamos un sistema de unidades geográficas de referencia común, y en este sentido las *grids* parecen ser el marco de referencia más adecuado. Este sistema zonal, no solo se ajusta fácilmente a los GIS, sino que está especialmente adaptado al tratamiento de imágenes, de donde procede la mayor parte de la información primaria de carácter climático o de usos del suelo (teledetección), y además incrementa la comparabilidad entre unidades, todas tienen el mismo tamaño, independientemente de cuál sea la cuestión bajo investigación” (Goerlich & Cantarino, 2012, p. 22).

Este planteamiento, en el que se observa la necesidad de generar unidades de referencia común, llevó a que Eurostat promoviera, a través del *Joint Research Centre* (JRC), la elaboración de una malla de población a nivel europeo. Esta malla perseguía el fin de poder desagregar la población municipal mediante la utilización de CLC y mostrara una representación más realista de la distribución de la población que la que se observa en un mapa de coropletas. Pero lo más destacable del objetivo principal de este proyecto es que no se trata solamente de una cuestión visual de representación cartográfica, sino que se persigue fundamentalmente la integración de estadísticas socioeconómicas y medioambientales en una unidad de observación y de análisis común (Goerlich & Cantarino, 2012; Gallego, 2010).

Así, con este telón de fondo, esta tesis doctoral presenta una doble **justificación**. Por un lado, se justifica por la necesidad de avanzar en propuestas metodológicas e investigaciones aplicadas basadas en una mayor desagregación espacial de la información, de manera que se puedan analizar de una forma más precisa los matices en los patrones de comportamiento en el territorio de distintas variables. Por otro lado, se justifica también por la necesidad de realizar aplicaciones en cuestiones socio-territoriales especialmente sensibles y escasamente exploradas, como el caso que aquí se aborda del consumo doméstico de agua, que está siendo objeto de debate en relación con las tendencias observadas de contracción de los consumos, cuyas causas aún no son bien conocidas. En este sentido es interesante avanzar que en los últimos años se han realizado trabajos dirigidos a conocer las razones que explican estos consumos de agua en los hogares que, per cápita, en muchas ciudades españolas tienden a descender desde la importante sequía de los años noventa (Llausàs & Saurí, 2016; Vallès *et al.*, 2017; Villarín, 2015). Esta línea de trabajo, muchas veces basada en encuestas o datos agregados, necesita de nuevos métodos

de la toma de datos y de gestión de la información, así como de nuevas escalas de trabajo que aporten información de detalle y permita avanzar en el mejor conocimiento de las dinámicas y patrones que siguen estos consumos

Así, y partiendo de lo que se describe en los párrafos anteriores, el **objetivo general** de esta tesis es estudiar la aportación que puede ofrecer la información desagregada en unidades de observación homogéneas y de dimensiones reducidas, como herramienta para el análisis de las pautas de comportamiento de la población en relación con el consumo doméstico de agua. Se pretende estudiar la potencialidad de esta desagregación de la información para el análisis territorial en una escala infra-municipal e infra-urbana y observar las diferencias cualitativas que puede aportar frente al uso de la sección censal como unidad de observación de las escalas de detalle.

Además de este objetivo general se establecen una serie de **objetivos específicos**, como son: i) desarrollar una metodología de análisis del consumo doméstico de agua en escalas infra-municipales, en relación con la distribución espacial de la población; ii) analizar la dimensión de la unidad de observación con la que se trabaja, celdas regulares de 250 m de lado, y las ventajas que tiene su uso frente a otras de dimensiones mayores; iii) analizar la potencia de análisis de la información demográfica y de la relativa al consumo doméstico de agua, con una desagregación territorial grande a escala infra-municipal; iv) analizar la potencia de análisis de la utilización de unidades de observación regulares en cuanto a forma y tamaño, frente a unidades administrativas heterogéneas; v) analizar las diferencias territoriales en el consumo de agua en función de una categorización espacial del ámbito de trabajo, distinguiendo comportamientos metropolitanos, más urbanos, de otros diferentes dentro del mismo territorio; vi) analizar la incidencia de las diferentes estructuras urbanas en las pautas de comportamiento de la población en relación con el consumo doméstico de agua; vii) elaborar cartografía como herramienta de análisis de la información espacial en una escala de desagregación de detalle.

Esta tesis asume la **hipótesis de partida** de que el desarrollo y aplicación de metodologías que permitan incorporar la desagregación territorial de la información darán lugar a un mejor conocimiento de la realidad que se pretende analizar y, por tanto, a mejorar los diagnósticos realizados hasta el momento, así como a facilitar mejores estrategias de gestión y más calidad a los procesos de toma de decisiones. Además, la utilización de unidades de observación homogéneas —como es el caso de

la celda cuadrada de 250 m de lado—, facilita la individualización y la comparabilidad entre las distintas unidades.

Para desarrollar todas estas tareas y lograr los objetivos señalados, así como comprobar el comportamiento de la hipótesis de partida, se diseña y aplica una **metodología** basada en operaciones de álgebra de mapas y de unión espacial. Se integra así toda la información en las celdas de 250 m, que se han utilizado como unidades de observación y como unidades de análisis. Esto permite individualizar el territorio y desarrollar algoritmos de análisis geo-estadístico.

El **ámbito de estudio** de este trabajo de investigación queda delimitado por los municipios a los que presta servicio de suministro y saneamiento de agua la Empresa Mancomunada del Aljarafe, S.A. (Aljarafesa). Este territorio se circunscribe al espacio ocupado fundamentalmente por la meseta aljarafeña, al oeste de Sevilla capital, que es un área que ha sufrido una fuerte transformación derivada del proceso de evolución metropolitana, donde el centro de gravedad ya no queda solo en la ciudad central, sino que se extiende a otras zonas del territorio y donde la generalización del transporte hace que el espacio de movilidad cotidiana se expanda. Este fenómeno ha provocado un fuerte crecimiento demográfico en los últimos años, que ha multiplicado la población por tres, ya que pasa de ser algo más de 100.000 habitantes en 1970 a 300.000 en 2014. Este crecimiento es desigual y se plasma de una forma más acentuada en la zona oriental, la más cercana a Sevilla.

En cuanto a las **fuentes de información** para la elaboración de este trabajo se cuenta con información que permite conocer la distribución de la población y del consumo doméstico de agua. Además, se han utilizado datos del Catastro Inmobiliario para caracterizar el territorio y poder analizar las zonas de mayor y menor consumo per cápita. El IECA desarrolla desde 2013 un trabajo de representación de la población de Andalucía en un mapa que busca una amplia desagregación territorial y homogeneidad espacial. Se utiliza para ello, como ya se ha comentado, una malla regular formada por celdas de 250 m de lado. El IECA trabaja con información geocodificada en cada uno de los portales donde reside población en Andalucía, partiendo de las coordenadas X e Y que están contenidas en el Callejero Digital Unificado de Andalucía (CDAU).

Por otro lado, se han utilizado los datos de consumo doméstico de agua anual de cada uno de los titulares de contrato de suministro de agua. La unidad de observación inicial

es la acometida de agua, es decir el acceso desde la red general de distribución a la red privada. Esta información, aportada por Aljarafesa, no estaba inicialmente georreferenciada y ha sido geocodificada dentro de las tareas llevadas a cabo en esta tesis y posteriormente se ha agregado a la celda de 250 m que le corresponde, dentro de la malla del mapa de distribución de la población. La información utilizada consta de los datos de suministro de agua entre 2000 y 2015, asociados a cada una de las pólizas contratadas para la realización del servicio. Así, la base de datos consta de un total de 162.173 registros, que son los que se corresponden con cada una de las pólizas de suministro de agua a las diferentes viviendas, organismos y establecimientos con actividad económica de cada uno de los municipios de la zona de servicio de Aljarafesa.

Por último, el Catastro Inmobiliario permite caracterizar el territorio según tipo de poblamiento urbano. Así, de esta fuente se puede extraer información de los usos que se desarrollan en cada una de las parcelas catastrales, altura de los edificios, tipologías, dimensiones de los bienes inmuebles, presencia de piscinas, presencia de patios o jardines, etc. La unidad territorial de referencia en esta investigación es la parcela catastral, mientras que la unidad de información principal con los datos desagregados es el bien inmueble. Partiendo de esto se ha trabajado con el fichero tipo 15, registro de inmuebles. Hay que tener en cuenta que la relación entre parcelas y bienes inmuebles no es biunívoca. Existen casos en los que una parcela contiene un solo bien inmueble y otros muchos en los que dentro de una parcela existen varios bienes inmuebles. Es necesario por tanto realizar tareas de adaptación de la información de los bienes inmuebles a la parcela catastral.

El trabajo se organiza en **cinco capítulos**, en los que se analizan todos los aspectos que permiten entender todo el proceso que se ha seguido y los motivos por los que se han ido tomando determinadas decisiones. En el primero de estos capítulos, en el que se presenta el marco general de la investigación, se analizan aspectos relacionados con los antecedentes relativos a los estudios sobre consumo doméstico de agua, los métodos y las técnicas, así como las herramientas utilizados. Se analizan también las escalas de trabajo en las que habitualmente se han realizado las tareas de análisis de los procesos de consumo de agua. Por otro lado, se realiza un completo análisis de los trabajos que se han llevado a cabo hasta la fecha utilizando una desagregación espacial amplia de la información demográfica y estadística. En el último apartado se describe la metodología utilizada en las tareas de análisis, describiendo las fases de gestión de la información demográfica, la del consumo de agua y la de caracterización

del territorio urbano, para posteriormente integrar toda la información con el fin de poder obtener datos de síntesis finales.

En el capítulo 2, de contexto territorial, se comienza definiendo el ámbito de trabajo desde dos puntos de vista. El primero de ellos traza los límites del área de análisis, el cual se ajusta inicialmente al de los municipios a los que abastece Aljarafe, aunque este se corrige adaptándolo al territorio ocupado por la población residente. El segundo analiza la celda como unidad de observación frente a unidades administrativas, como el municipio o la sección censal. En último lugar, el territorio del Aljarafe queda analizado partiendo fundamentalmente de su evolución reciente como espacio metropolitano, así como el crecimiento de la población, la expansión del suelo urbano y las transformaciones en el parcelario. Esto permitirá entender posteriormente muchos aspectos relacionados con el consumo de agua dentro del territorio.

El capítulo siguiente, el número 3, se dedica a analizar las fuentes de datos que se han utilizado. La primera de ellas hace referencia a la distribución espacial de la población en Andalucía, elaborado por el IECA y se describen, por un lado, la filosofía de estos datos, así como las fuentes principales de información que se utilizan para elaborar este producto y los procesos de georreferenciación que se han seguido. La segunda fuente de datos es la relativa al consumo doméstico de agua, aportada por Aljarafe a nivel de acometida. Esta base de datos contiene el volumen de consumo trimestral y la aproximación postal, que es la información clave que ha permitido georreferenciar esta información vinculándola con los datos de posición de los portales y las vías del CDAU (Callejero Digital de Andalucía Unificado). En tercer lugar se ha contado con la información de Catastro Inmobiliario que ha permitido caracterizar el territorio y explicar los motivos de un mayor o menor consumo de agua. Se ha trabajado con la información espacial en formato *shapefile* a nivel de parcela catastral y de subparcela urbana con los volúmenes edificadas. Aparte, se ha utilizado también la información alfanumérica correspondiente, extraída de los ficheros tipo 11, registro de fincas, tipo 14, registro de construcciones y tipo 15, registro de inmuebles. Por último, se han utilizado también fotografías aéreas con distintas fechas para, realizando operaciones de fotointerpretación, obtener información precisa de algunos aspectos de interés dentro del territorio, así como de la evolución de éste en el tiempo.

El capítulo 4 se ha dedicado a describir la aplicación metodológica al caso concreto de estudio, detallando los pasos seguidos con la información para adaptarla a las necesidades del trabajo y poder realizar las oportunas operaciones de análisis

espacial. De este modo, las operaciones realizadas con el mapa de distribución espacial de la población en Andalucía se centran en la adaptación de la información al ámbito de estudio. En segundo lugar, en lo que respecta a la información de consumo de agua, ha sido necesario realizar operaciones de georreferenciación con la herramienta de enlace masivo de datos *aLink*, siguiendo las pautas habituales de tratamiento previo y normalización de la información y estableciendo la jerarquía de elementos geocodificados a portal exacto, portal cercano y a centro de vía. Y por último, con la información que se ha tomado del Catastro se han realizado operaciones de síntesis para caracterizar el territorio desde el punto de vista urbanístico, teniendo en cuenta los usos de los bienes inmuebles, la antigüedad en la construcción o reforma de estos, la tipología constructiva, según altura de los edificios, la superficie media de las viviendas, la presencia de piscinas o la presencia de patio o jardín. La metodología de análisis se basa, como se ha comentado anteriormente en operaciones de álgebra de mapas y de unión espacial, para así integrar toda la información de consumo de agua, población residente y caracterización urbana del territorio en las celdas de 250 m. Una vez integrada toda la información en las celdas, se pueden realizar las operaciones de síntesis, que permiten, a su vez, llevar a cabo las operaciones de análisis de tendencia en el consumo, según características urbanas del territorio.

El quinto capítulo queda dividido en dos grandes apartados dedicados, el primero de ellos, a detallar las operaciones de análisis que se han desarrollado a lo largo del trabajo de investigación, así como los resultados que se obtienen llevando a cabo todos estos procesos. Se detallan paso a paso todas las fases que se han ido llevando a cabo por separado con las tareas correspondientes, así como las operaciones finales de integración de los resultados que se han ido obteniendo. La parte final del mismo se reserva para la presentación de los resultados de síntesis, que se describen en una serie de perfiles representativos que definen los distintos tipos de zonas analizadas y sus características territoriales, así como las características relacionadas con el consumo doméstico de agua que tiene lugar en cada uno de estas zonas.

En último lugar, se presentan las conclusiones sobre los resultados obtenidos, las limitaciones observadas, la verificación de la hipótesis inicial y una reflexión sobre las líneas de investigación futuras y los retos pendientes, fundamentalmente en relación con algunos de los aspectos en los que se han observado más debilidades y, por tanto, mayor margen de mejora a lo largo de todo el proceso de investigación y de elaboración de esta tesis doctoral.

capítulo I
marco general

CAPÍTULO I. MARCO GENERAL

1. Consumo doméstico de agua. Datos básicos.

Son muchos los debates abiertos en torno a cuestiones generales que afectan al ciclo urbano del agua en relación con los procesos de privatización y remunicipalización de las empresas de abastecimiento y el análisis de los modelos de gestión (Bakker, 2007; Boag y McDonald, 2010), así como con el derecho humano al agua (United Nations, 2010a y 2010b) y la necesidad de establecer mínimos vitales.

Con ello como telón de fondo, existe también un debate —más concreto y directamente relacionado con la defensa de los modelos de gestión pública y con la necesidad de aplicar políticas de sostenibilidad— relativo al conocimiento de los factores que inciden en el consumo doméstico de agua, con el objetivo final de avanzar en fórmulas para la contención de los usos de los recursos hídricos, especialmente en contextos de cambio climático (Morote, 2017). De hecho, se viene observando y estudiando de manera especial la cuestión ligada a los observados y contrastados descensos en los consumos domésticos de agua (Gil Olcina *et al.*, 2015), que, aun siendo minoritarios en el contexto mediterráneo en comparación con los consumos del sector agrícola, sí resultan especialmente significativos en cuanto que se relacionan directamente con la percepción, los valores y las conductas y hábitos de consumo de la ciudadanía.

En este sentido, como bien ha sintetizado Morote (2017), se han analizado factores demográficos y de urbanización (Mitchell, 2001; Troy & Holloway, 2004; Troy *et al.*, 2005; Gilg y Barr, 2006; Gregory y Di Leo, 2003; Deoreo y Mayer, 2012; Morote & Hernández, 2014 y 2016; Hof & Schmitt, 2011), factores psicológicos y de conciencia ambiental (Jorgensen *et al.*, 2009; Randolph & Troy, 2008); factores ligados a la renta familiar o al precio del agua (Domene *et al.*, 2004 y 2005; Domene & Saurí, 2003 y 2006; Harlan *et al.*, 2009; Worthington & Hoffman, 2008); y factores climáticos (Loh & Coghlan, 2003; Gil Olcina *et al.*, 2015), que pudieran incidir en los mayores o menores consumos. En relación con cada uno de estos factores sigue sin haber un consenso total sobre patrones de comportamiento y variables determinantes o claramente explicativas de los descensos observados, ya que —en gran medida—, los resultados obtenidos en estas investigaciones son fuertemente dependientes de los contextos territoriales.

En este contexto, y de acuerdo a los objetivos planteados en esta tesis doctoral, que ya han sido expuestos, resulta conveniente revisar cuál ha sido la evolución en el consumo doméstico del agua en los últimos años en las comunidades autónomas españolas, como contexto general, y en los municipios que conforman el territorio de abastecimiento de Aljarafesa, de forma particular, ya que también en este caso las tendencias responden a realidades territoriales particulares y no siempre coincidentes con otras, antes citadas, estudiadas en el ámbito internacional. Este análisis inicial permite contextualizar el consumo de agua en la realidad española y da muchas claves que permitirán explicar las características de este fenómeno en un nivel de desagregación mayor, como es el de la celda de 250 m, en la que se basan los análisis que se proponen realizar.

Una primera idea en la que conviene detenerse es la de que el agua es un bien de primera necesidad y a su vez escaso, por lo que existe la tendencia desde los poderes públicos y desde la población en general a controlar el consumo, fundamentalmente después de los distintos episodios de sequía, que han obligado a avanzar en el conocimiento general del consumo doméstico de agua y de su reducción. Así, es conveniente reseñar cómo “los resultados técnicos conseguidos a través de la construcción de nuevas infraestructuras de transporte o mejora de las ya existentes, han contribuido a disminuir las aportaciones de una manera notable aun contando con el aumento global de los consumos, a lo que también se ha sumado el bastante reciente nacimiento de una cultura ambiental ciudadana que pretende una contención en el derroche del recurso, a lo que contribuyen las administraciones locales a través de campañas de información y concienciación y con los muy eficaces incentivos de signo económico” (Embid, 2012, p. 35). De este modo, los datos demuestran que los volúmenes globales de recursos que se suponía que iban a tener que ser suministrados por los incrementos de la población y las necesidades estacionales derivadas de la actividad turística y otras similares no lo han sido en la medida prevista. E incluso ha disminuido el consumo global para usos urbanos (Embid, 2012). Es por lo tanto destacable que la evolución en los años recientes para el total de España y por comunidades autónomas es hacia la disminución en el consumo de agua urbana.

Así, y tomando como referencia los quince años que van desde 2000 a 2014, se puede analizar cómo el consumo total y el consumo per cápita han descendido en España de una forma significativa, ya que se ha pasado de contabilizar 2.482 hm³ de consumo global en el año 2000 a contabilizar 2.700 en 2004 y 2.237 en 2014 para el

total del país. Existe un ascenso casi generalizado hasta el año 2004, que se torna en descenso a partir de esa fecha, tanto en el nivel nacional como en casi todas las comunidades autónomas. Por ello, ciertas comunidades, algunas de ellas con fuerte presión turística, cuentan con un aumento muy acusado en este primer período, con crecimientos anuales por encima del 30‰, caso de Canarias y la Comunidad Valenciana y superando el 40‰ en los casos de Galicia, Islas Baleares y Región de Murcia. El punto de inflexión marca el inicio de una tendencia decreciente del consumo global y se produce un considerable descenso que se contabiliza en algunos casos en un decrecimiento anual medio con valores superiores al 25‰ en las comunidades de Castilla-La Mancha, Cataluña, La Rioja, Extremadura y Asturias, destacando Andalucía con un valor por encima del 40‰. Son pocas las comunidades que no cuentan con un descenso en el consumo global entre 2004 y 2014: solo Castilla y León, Baleares y Canarias y en todos los casos con valores cercanos al 0‰ de tasa de crecimiento anual acumulado¹.

Pero no se debe perder la perspectiva de que se habla del consumo de agua para atender a la población en un país que pasa de tener 40 millones de habitantes en el año 2000 a alrededor de 47 millones en 2014. Es decir se evoluciona en los 15 años de referencia con crecimiento anual del 14,7‰ en el número de habitantes, frente a valores que rondan el -7‰ en cuanto al consumo global de agua. De este modo y tomando como referencia el consumo per cápita, hay que señalar que este se encontraba por encima de los 160 litros por habitante y día (l/hab/día) en los primeros años del siglo XXI (163 en 2000 y 174 en 2004), trazando una marcada línea de descenso a partir de esta última fecha y colocándose en solo algo más de 130 litros en los años más recientes. En la gráfica que se presenta en la figura I-1 se pueden consultar los datos para las seis comunidades autónomas más pobladas, así como los del conjunto de toda España. De este modo se puede constatar que todas, salvo Galicia, parten de unos datos altos de consumo y que desciende de forma generalizada en todos los casos, colocándose en datos cercanos a los 130 l/hab/día que traza la media española. Este descenso presenta ciertas diferencias entre unas comunidades y otras, ya que es mucho más acusado en Cataluña y País Vasco, donde, sobre todo en el primer caso, se pasa de valores muy altos en el año 2000, por encima de los 180 litros, a valores sensiblemente por debajo de la media e inferiores a los 120 litros. Aparte de estas dos comunidades, destacan otras dos con un consumo

¹ La tasa de crecimiento anual acumulado (TCAC) mide la variación de una magnitud en el tiempo teniendo en cuenta la distancia temporal que existe entre el valor inicial y el final, tal y como se explica con detalle en el apartado 2.2 del capítulo II,

muy bajo, La Rioja y Navarra con datos que rondan los 110 litros por persona y día para los años 2013 y 2014. Estos datos se contraponen a los de otras comunidades donde la tendencia es menos descendente, caso de Cantabria, Comunidad Valenciana y Castilla y León, que siguen con consumos por encima de los 150 litros, aunque en ninguno de los casos se puede hablar de una tendencia al crecimiento en el consumo per cápita.

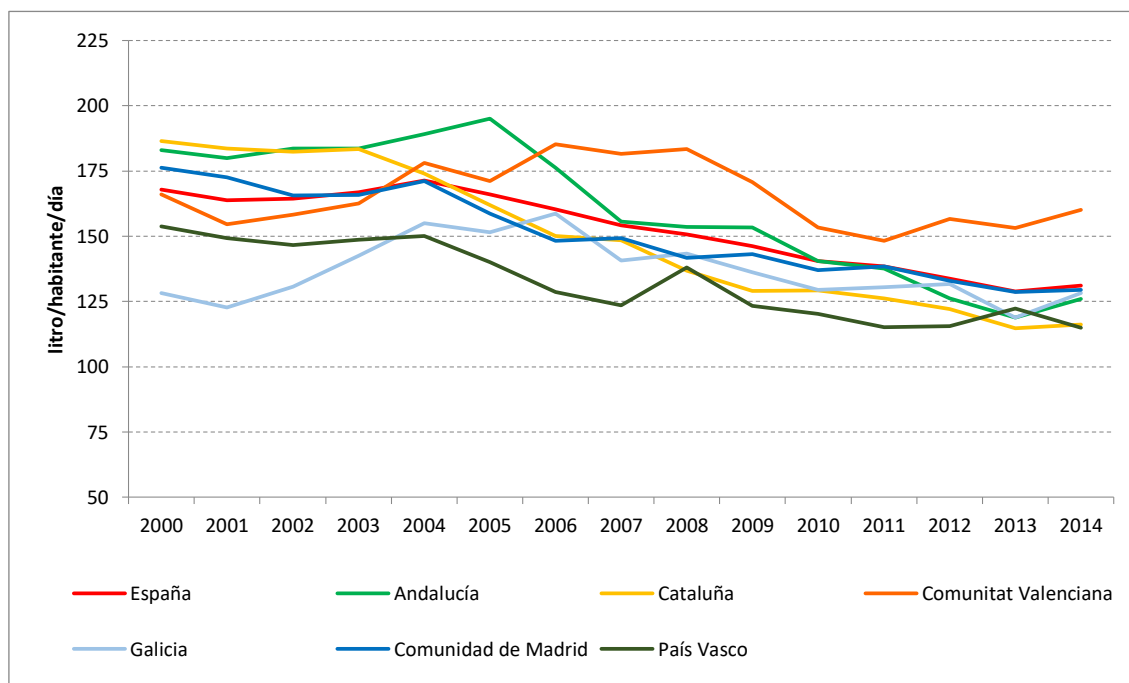


Figura I-1. Evolución del volumen total de agua registrada y distribuida por tipo de usuario (hogares) en las comunidades autónomas más pobladas

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del INE

Analizados los datos calculando la tasa de crecimiento anual acumulado, se observa una tendencia de crecimiento negativo en prácticamente la totalidad de las comunidades autónomas, tanto en el período que va de 2000 a 2014, como el de más claro descenso, que se produce a partir de 2004, donde destacan Asturias, La Rioja, Extremadura, Cataluña y Castilla-La Mancha, con crecimientos anuales negativos superiores al 30%, y Andalucía, que tiene una tasa de crecimiento anual acumulado de -47,5% entre los años 2004 y 2014. En el lado opuesto se encuentran solamente Canarias y Castilla y León, que cuentan con valores de crecimiento positivo, pero muy cercanos al 0%, tal y como se puede ver en la figura I-2.

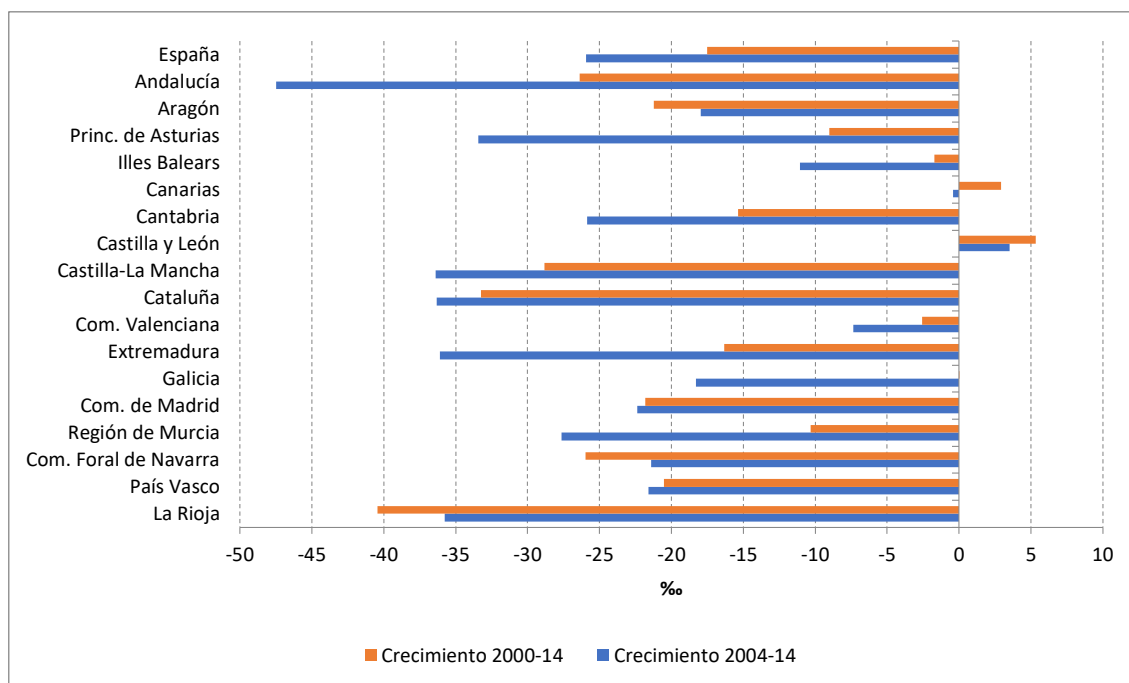


Figura I-2. Crecimiento anual acumulado del consumo de agua per cápita (hogares) entre 2000 y 2014 por comunidades autónomas

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del INE

Estos datos están tomados de la página Web del Instituto Nacional de Estadística (INEbase), estando recogidos y tratados por el propio INE. Hacen referencia al volumen total de agua registrada y distribuida, segregada por tipo de usuario, que quedan desglosados en tres grupos: hogares, sectores económicos y consumos municipales. Debe quedar claro que se incluyen en estos datos el volumen total de agua medida por los contadores de los usuarios. El método de recogida de los datos es mediante cuestionarios enviados por correo, con el correspondiente apoyo telefónico, a las entidades suministradoras, que constan en el Directorio Central de Empresas (DIRCE) del INE y del Directorio de Mancomunidades y Consorcios en los que participan entidades locales y que está elaborado por la Dirección General de Coordinación con las Haciendas Territoriales adscritas al Ministerio de Economía. La recogida de datos tiene una periodicidad anual. Para el análisis que se realiza en este trabajo, se han tomado los datos de suministro a hogares expresados en hm^3 , posteriormente se han convertido en litros y se han puesto en relación con el número total de habitantes de cada territorio en el año de referencia con fecha de 1 de enero.

Después de analizados los datos para España y sus comunidades autónomas, y tomando esto como contexto general, se puede también realizar un análisis de la evolución del consumo de agua en el Aljarafe. Para ello, se han tomado los datos

aportados para este trabajo de investigación por Aljarafesa para los municipios a los que presta servicio y, partiendo de estos, se puede observar un comportamiento muy parecido al que se ha podido detectar para la totalidad de España. Se ha trabajado con los datos de agua facturada a cada usuario en los distintos trimestres que van desde 2000 hasta 2015, tal y como se detallará en el capítulo III de fuentes de datos. El primer dato que se debe observar es el del crecimiento en el consumo global de agua, que pasa de ser algo menos de 10 hm³ en el año 2000 a alrededor de 14,5 hm³ en los dos últimos años. Estos datos hay que ponerlos en relación al también fuerte crecimiento de la población que se produce en este período, tal y como se podrá ver en capítulo II. De este modo, es interesante reflejar que el crecimiento del consumo global es ascendente hasta el año 2009, cuando se detiene y se produce una bajada, que está en relación al freno en el crecimiento demográfico en el territorio, pero debido también al descenso en el consumo per cápita, que se manifiesta en todo el territorio en una línea muy semejante a la que se ha visto que se produce en Andalucía y en España. Así, se observa que el consumo por persona y día en el Aljarafe parte de una situación sensiblemente más baja que la del caso español y andaluz, puesto que este es de solo 137 l/hab/día en el año 2000, sube a unos valores algo por encima de los 150 litros hacia la mitad de la primera década del siglo XXI, para llevar un proceso de descenso similar a la media española con datos algo por encima de los 130 litros en los últimos años registrados.

Visto por zonas², la tendencia es similar en todas ellas, con ascenso en los años iniciales de la primera década del siglo XXI, con un pico alto en los años 2004 y 2005 para iniciar un proceso de descenso en el consumo hasta las fechas más recientes (ver figura I-3). De estas tres zonas, es la zona central la que cuenta con los consumos más elevados dentro de todo el territorio, llegando a consumos per cápita cercanos a los 170 l/hab/día, con unos valores sensiblemente más elevados que los de las otras dos zonas, que solo rondan los 150 litros, sin ni siquiera llegar a esta cifra en el caso de las zonas occidental y norte. El descenso en los últimos diez años se observa más pronunciado en la zona central que en las otras, -21,1‰ de tasa de crecimiento anual acumulado entre 2005 y 2015, lo que permite acercarse a esta zona a los datos de las otras dos, aunque siendo estos siempre más altos, y rondando cifras entre 128 l/hab/día en las zonas occidental y norte, 133 en la oriental y 137 en la central para el año 2015.

² Estas zonas quedan descritas en el apartado 1.1 del capítulo II

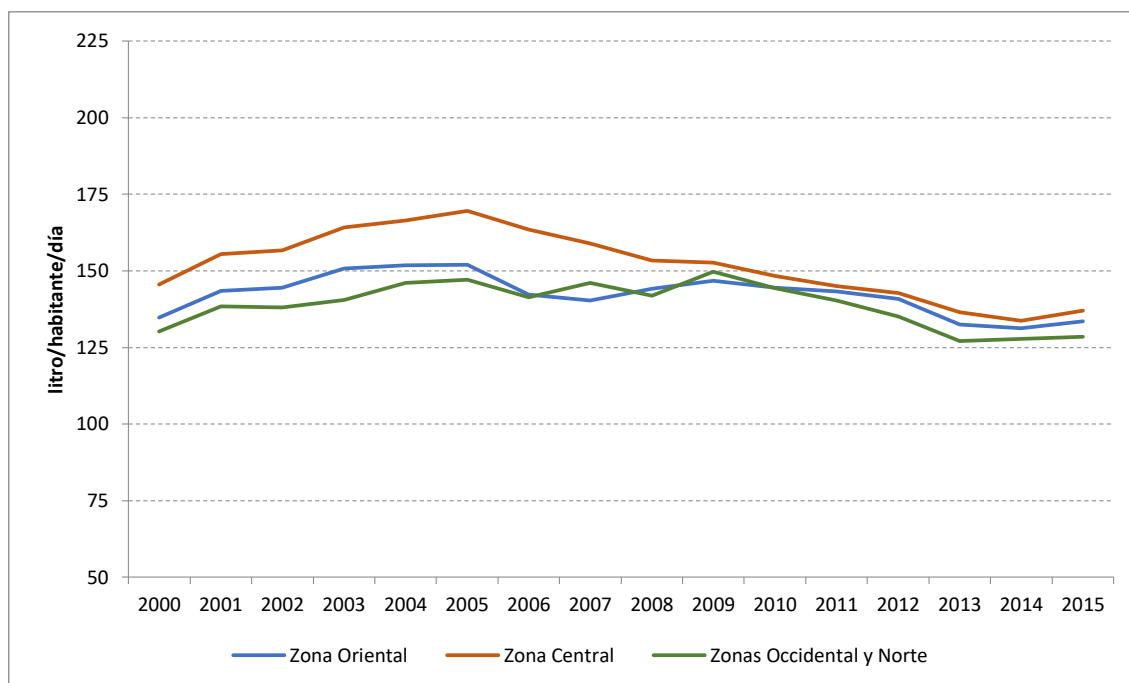


Figura I-3. Evolución del consumo doméstico de agua en el sistema de Aljarafesa

Fuentes: Elaboración propia. Datos proporcionados por Aljarafesa

El comportamiento en el consumo es muy variado, con diferencias muy amplias, si el análisis se realiza desagregando los datos por municipios, con algunos de ellos por encima de los 200 l/hab/día en los años que rondan la mitad de la primera década del siglo XXI. Son los casos de Espartinas y Salteras en la zona central, así como Castilleja de Guzmán, Valencina de la Concepción y Palomares del Río en la oriental, con un pico de 266 litros en 2005 en el municipio de Espartinas. Son municipios con una fuerte presencia de poblamiento urbano disperso, con un número alto de urbanizaciones extensivas, en muchos casos con construcciones exentas en parcelas de grandes dimensiones con fuerte presencia de jardines y piscinas. En todos los casos se observa un descenso acusado en el consumo per cápita, mayor en los casos que se han nombrado en las líneas anteriores, con datos de decrecimiento superior al 30% anual en Bormujos, Castilleja de Guzmán, Palomares, Valencina y Espartinas, de tal forma que se han ido acercando los datos entre ellos y se han ido acercando también a la media. Son datos muy positivos que refuerzan la idea de que se han ido consiguiendo avances en la contención en el consumo doméstico del agua, como consecuencia de las políticas públicas de concienciación llevadas a cabo con esta finalidad, así como las tareas de adecuación de la red de distribución o las campañas llevadas a cabo por parte de Aljarafesa para promover la instalación de contadores

individuales. A esto se une también la mayor conciencia ambiental de la población con mayor sensibilidad hacia la problemática del uso abusivo del agua.

Pero esta situación no debe desviar la atención del hecho de que algunos de estos municipios se encuentran aún con datos sensiblemente altos, por encima de los 150 l/hab/día. Son los casos de Valencina, Salteras, Palomares y Espartinas, este último con un consumo cercano a los 175 litros en 2015. Estos cuatro municipios presentan características homogéneas en cuanto al tipo de poblamiento disperso que se describe más adelante en esta tesis doctoral. Cuentan con una casi nula presencia del tipo de ciudad compacta, lo que le impide contrarrestar los altos consumos de agua a nivel global y per cápita, como sí ocurre, sin embargo, en otros municipios con presencia de este tipo de poblamiento disperso en zonas extensas, pero que poseen también una destacable presencia de poblamiento más compacto, como es el caso de los municipios de Tomares y Mairena del Aljarafe.

2. Limitaciones metodológicas del análisis del consumo doméstico de agua

2.1. Técnicas y herramientas de análisis

Los estudios sobre consumo doméstico de agua que se han realizado hasta ahora, tanto dentro como fuera de España, utilizan diversas técnicas para analizar las características principales de la demanda, fundamentalmente en lo relativo a las características sociodemográficas de la población, así como las características urbanas del territorio. Estas son las dos bases en las que se apoyan estos estudios, puesto que son los aspectos que influyen de una forma más determinante en los mayores o menores consumos de agua que se registran. En líneas generales queda demostrado que el espectro socioeconómico de la población, en su concepción más amplia, y las características urbanas del territorio influyen de una forma muy significativa en el volumen de consumo de agua.

Las sociedades modernas han sufrido grandes transformaciones en las últimas décadas, que han modificado de una forma muy significativa el paisaje urbano dentro de las grandes aglomeraciones metropolitanas. En la Europa meridional, y España en particular, se han ido produciendo cambios en el tamaño y la composición de los núcleos familiares. Se han modificado también las preferencias sociales por determinados tipos de vivienda que son, entre otros factores, los que han ido

estimulando nuevas demandas. A los cambios producidos en el ámbito urbano se unen los producidos por las variaciones en las estructuras familiares que son causadas, por un lado, por factores demográficos, como el envejecimiento de la población y la disminución en las tasas de fertilidad después de las populosas generaciones de la década de 1960 y de principios de la de 1970, y también, por otro lado, por factores sociales, como los ligados al aumento de los hogares unipersonales. En esta línea, aunque a veces de forma contradictoria, la vivienda está aumentando en número y cambiando hacia una mayor presencia de viviendas unipersonales y viviendas de uso compartido. Estos factores contribuyen a explicar los cambios acaecidos en el mercado inmobiliario español, en auge durante la primera década del siglo XXI. Así, por ejemplo, en 2004 se construyeron más viviendas en España que en el conjunto de Francia, Italia y Alemania (Domene & Saurí, 2005).

La literatura especializada también constata la aparición generalizada de un nuevo modelo residencial de baja densidad, altamente demandado, que ha dado lugar a nuevos patrones de conducta con una mayor tendencia a consumir agua para piscinas, jardines y la horticultura recreativa (García *et al.*, 2013). Asimismo, se ha demostrado, en diferentes contextos territoriales, cómo el consumo de agua per cápita en áreas urbanas de baja densidad es generalmente mayor que en las áreas de vivienda compacta, de densidad urbana más alta. A su vez, las características sociodemográficas que más se estudian dentro de la literatura especializada son el lugar de origen de la población, tamaño de la vivienda, nivel de ingresos y edad. Por un lado se detecta, por ejemplo, que para determinada población con ingresos económicos altos y por lo tanto con un ritmo de consumo también alto, el precio del agua no es un elemento restrictivo en relación al consumo (Arbués *et al.*, 2003). Así, “la demanda de muchos bienes de consumo, como el agua, tiende a aumentar proporcionalmente con los ingresos de los hogares. Incluso hoy, la factura del agua representa una porción muy pequeña del presupuesto familiar” (García *et al.*, 2013, p. 48). Algunos autores resumen en cuatro los factores que más influyen en el consumo doméstico de agua: 1. densidad urbana, 2. clase social y nivel de renta, 3. actitud y nivel de concienciación ambiental y 4. composición y distribución de las especies vegetales en jardinería (Llausàs & Saurí, 2017).

En líneas generales los métodos de trabajo y las fuentes de datos utilizados en el contexto de estas investigaciones han sido hasta ahora muy variados, aunque con claras coincidencias en casi todos ellos, ya que en todos los casos ha sido muy difícil contar con datos desagregados de consumo al máximo nivel desde el punto de vista

espacial. En gran medida ha sido necesario trabajar con muestras más o menos representativas, partiendo de datos reales de algún tipo de variable relacionada directamente con el consumo de agua, o bien de la elaboración de cuestionarios específicos.

En el primer caso, hay algunos estudios relacionados con el análisis de la presencia de aquellos elementos que más demanda de agua provocan, caso de las piscinas, normalmente privadas, o de jardines en parcelas también privadas. Los trabajos se realizan en espacios acotados de un número determinado de municipios con algunas características específicas. En este sentido, se cuenta con fuentes diversas como mapas de usos o mapas topográficos para seleccionar y contabilizar piscinas, tomando también sus características, como son propiedad, tamaño, etc. (Vidal *et al.*, 2010). Con cierta frecuencia se realizan estudios en zonas donde se combina poblamiento de vivienda principal con los de segundas residencias con fuerte población flotante, tanto en fines de semana como en períodos vacacionales, y se analiza la presencia de piscinas y su relación con el consumo de agua para éstas y para el riego de jardines (García *et al.*, 2014).

Con estos procedimientos, se busca identificar los patrones territoriales y sociodemográficos que influyen en el consumo más o menos alto de agua. Se parte en gran medida de la necesidad de potenciar el control de la demanda, fundamentalmente en territorios con casos recurrentes de escasez y se trata de estudiar la influencia de las políticas de control en períodos de sequía y en otros posteriores a estos, o bien ya lejanos en el tiempo a las épocas de más necesidad de control. Normalmente se parte de estudios basados en el análisis de la densidad urbana como primer paso para el análisis del consumo de agua. Así, se plantea la premisa de que las zonas con densidad alta tienden a un consumo bajo y que las zonas de densidad baja, normalmente urbanizaciones dispersas de construcción reciente, tienden a tener un consumo de agua más alto (Domene & Saurí, 2005; March & Saurí, 2010).

Por otro lado, se pretende no solo medir el consumo de agua partiendo de los elementos de demanda más altos, sino que se pretende también valorar la percepción de la población sobre el consumo doméstico de agua, y las necesidades de control. Es una dimensión más cualitativa y se trabaja en muchos casos con cuestionarios que dimensionan estas variables. Estas encuestas o cuestionarios tienen enfoques diferentes, en función de los objetivos de cada uno de los estudios que se realizan.

Las dimensiones de la muestra son también diferentes, así como las poblaciones sobre las que se extrae la muestra. Es diversa, en muchos sentidos, pero es una fuente muy útil de adquisición de datos y de información y es también muy utilizada, frente a otros recursos de más difícil acceso y menor precisión. En este sentido, es ineludible reseñar un tema destacable que está relacionado con la escala de trabajo, aunque esto se detallará de forma más completa en el apartado siguiente. Desde el momento en que la unidad de referencia es la del consumo per cápita, expresado normalmente en litros por persona y día, es necesario contar con datos que permitan dimensionar esta variable. Normalmente la información demográfica es posible encontrarla por municipios, también en ciertas unidades administrativas infra-municipales, como la sección censal, pero sin detalles de carácter sociodemográfico, que permitan segmentar a la población según los parámetros que más influyen en el consumo de agua. Por otro lado, los datos de volumen de agua consumida se ofrecen habitualmente a nivel municipal. Dependiendo de la organización de los datos que tenga cada empresa de suministro de agua, y de cuál sea su política de difusión, habitualmente es difícil que estos se puedan encontrar en escalas infra-municipales.

El recurso de la toma de muestras representativas y la realización de encuestas específicas sobre el consumo doméstico de agua o algún tema más concreto de este, permiten un acercamiento muy fiel a este tema, con lo que se puede caracterizar la demanda y explicar cómo es el consumo doméstico de agua. Hay trabajos que realizan un acercamiento a las características socioeconómicas de la población, tomando datos a través de encuestas que permiten obtener información relativa a los encuestados y por lo tanto de la población general, así como de las propiedades espaciales del territorio (García *et al.*, 2013; Domene & Saurí, 2005). Otros se centran en temas más específicos, como puede ser el caso de la repercusión de las campañas de concienciación para contener el consumo en períodos de sequía (March *et al.*, 2010 y 2015) o bien se analizan aspectos concretos, como la influencia de la presencia de jardines en el mayor consumo de agua en el territorio (García *et al.*, 2014).

La toma de datos a partir de muestras representativas es una técnica muy contrastada y eficaz en análisis del comportamiento de una población, bien sean con muestras de datos seleccionados o bien para la realización de algún tipo de encuestas. En este último caso, un cuestionario bien elaborado permite extraer información muy fiel y completamente orientada a la obtención de la información específica que se requiere en cada caso. En alguno de los estudios que hay al respecto se realizan tareas muy interesantes analizando las características de la vivienda, características

socioeconómicas de los habitantes, relación con el consumo de agua, o bien con la percepción sobre campañas anteriores relacionadas con el control del consumo por escasez de agua (March *et al.*, 2015; Hurd, 2006).

Los medios con los que se puede desarrollar estos estudios son muchas veces limitados y el tamaño muestral es, por lo tanto, también limitado. Ello conlleva un problema que conecta directamente con el de la escala de trabajo y fundamentalmente con el nivel de desagregación de la información. El escaso número de encuestas realizadas, que pocas veces superan las 500 entrevistas (aunque se han consultado trabajos con más de mil entrevistas), permiten obtener una fotografía muy fiel, pero en un nivel de desagregación de poco detalle, que suele ser municipal o en algún caso comarcal. Los datos se toman y se analizan con frecuencia con un grado de detalle muy alto, pero no en la totalidad del territorio y no referidos tampoco a la totalidad de la población. Aunque los datos analizados quedan en ocasiones referidos a la totalidad del territorio, no puede hacerse un análisis pormenorizado de las distintas zonas dentro de este. Desde el momento en que los datos se seleccionan aleatoriamente dentro del área de estudio correspondiente, este enfoque no logra mostrar la influencia de las diferentes características de los distintos barrios o zonas infra-municipales en el consumo de agua. Completamente vinculado a esto, el uso de datos agregados de una ciudad a escala, en modelos estadísticos, asume la falta de una variación en los procesos y patrones espaciales infra-urbano. Esto se puede observar, por ejemplo, teniendo en cuenta tareas de agregación o dispersión de usuarios del agua en la escala de barrio o sección censal (Chang & House-Peters, 2011).

2.2. Escalas de análisis

Derivado de lo que se ha comentado en el apartado anterior es primordial analizar las escalas de trabajo en la que se estudian y se difunden los datos. Se detecta que es muy importante clasificar la información para determinar la influencia que los distintos fenómenos tienen en el consumo de agua. Se ha detectado desde hace tiempo cuáles son las características sociodemográficas que más influyen, así como las características del territorio y una serie de factores concretos que determinan el consumo, como son por ejemplo los casos de la presencia de piscinas privadas y la presencia de jardines también privados. La metodología utilizada para obtener esta información y estas conclusiones es variada, pero en general parte de la toma de muestras representativas, tal y como se ha detallado en el apartado anterior, pero la

propia metodología impide una presentación de resultados a un nivel de detalle amplio para la totalidad del territorio.

Independientemente de que se conozca con precisión la ubicación exacta de los elementos analizados dentro de cada muestra en cada uno de los estudios de referencia, estos son solo extrapolables a unidades de observación más amplias, normalmente el municipio o a ciertas entidades comarcales o incluso otras entidades supramunicipales. Los estudios por muestreo y en concreto las encuestas están diseñadas para obtener estimaciones fiables de las principales variables de investigación con un mínimo de precisión que se establece previamente y quedan también fijadas las agregaciones de población sobre los que se quiere trabajar (López, 2000). En algunos casos, sin embargo, y partiendo de los datos de las encuestas, cabe la posibilidad de que se necesiten datos para agregaciones espaciales o poblacionales de escalas de más detalle a la establecida en el diseño de la muestra de la encuesta. El tamaño de la muestra no es suficiente para que los resultados sean fiables, pero, al margen de esto, normalmente las muestras no llegan a todas las unidades de observación que cubren la totalidad del territorio, por lo que los resultados no se pueden elevar a la población total de cada una de las entidades que cubren el territorio completo. Para solventar esta situación la estadística acude al análisis de estimaciones para áreas pequeñas, que se entiende como un área geográfica de dimensiones más reducidas que aquella en la que se ha realizado la estimación de la muestra, como puede ser una comarca o un municipio, frente a un territorio provincial; o bien una sección censal o un barrio, frente a un municipio. Las estimaciones para áreas pequeñas pueden utilizarse también para definir una subpoblación menor o un grupo específico, según edad, sexo, origen social, etc. (Ghosh & Rao, 1994; López, 2000).

Pero en el caso de los estudios del consumo de agua, aunque a veces entran en un detalle muestral muy alto, su diseño no permite trasvasar la información a la totalidad del territorio en un nivel de detalle infra-municipal, que es el que permite relacionar todas las variables que explican los patrones de comportamiento territorial de los procesos analizados. Esto, en gran medida, es debido a que se cuenta muy pocas veces con información exhaustiva de las componentes fundamentales con las que hay que contar para analizar el consumo doméstico de agua. Es decir, con la información desagregada a nivel de detalle de cada uno de los parámetros que conforman los datos con los que se puede realizar las características del territorio y el consumo de

agua. Esta información, en líneas generales, y tomando como referencia los trabajos previos reflejados en la literatura científica, sería la siguiente:

- Población, con características sociodemográficas como edad, formación académica, empleo, procedencia social, etc.
- Información sobre consumo de agua, que en líneas generales es más difícil de conseguir a nivel de desagregación alto, ya que normalmente los datos relativos al consumo doméstico de agua que se difunden hacen referencia a entidades administrativas de poco detalle, fundamentalmente el municipio, y son escasos los datos con mayor desagregación espacial, caso de la sección censal o la acometida.
- Información de caracterización del poblamiento, para conocer las características del territorio, fundamentalmente la relacionada con la densidad residencial y los correspondientes modelos urbanísticos.

Por último, y en línea de lo que se está comentando, es interesante destacar algún trabajo de investigación reciente que avanza en esta línea, analizando la información del consumo de agua a nivel municipal con datos en un grado de desagregación amplio, ya que integra la información del consumo junto con la de la población residente en cada una de las secciones censales del municipio y relacionándola, a su vez con la información catastral (Villarín, 2015). Es un gran paso y un primer salto cualitativo en el sentido anteriormente comentado.

3. La potencialidad de la desagregación espacial de la información demográfica y estadística

Para entender con claridad la problemática de la unidad territorial que se ha ido describiendo en el apartado anterior, hay que analizar previamente la cuestión de la desagregación espacial de la información, que es una técnica que permite profundizar en los factores que influyen en los distintos fenómenos que pueden ocurrir en el territorio. Es un tema en el que se viene trabajando desde hace ya bastante tiempo y cuenta con la dificultad de la referenciación espacial de la información. Actualmente se dispone de una cantidad muy amplia de información, pero existen dificultades para poder disponer de ella con su correspondiente geocodificación. Esta referenciación se ha realizado frecuentemente a partir de la correlación con las unidades administrativas, que es como en general se difunde y analiza la información de carácter socioeconómico. La división administrativa más desagregada ha sido

habitualmente el municipio y en términos generales resulta muy complicado encontrar información en un nivel de detalle más desagregado, en escalas infra-municipales. Pero hace falta profundizar en este proceso y estudiar las técnicas que permiten esta mayor desagregación de la información estadística, ya que esto permite conocer los patrones espaciales que explican muchos de los acontecimientos que concurren en las distintas partes del territorio y que en cada caso se puedan estar analizando. Con esta visión de la situación, la Oficina de Estadística de la Unión Europea (Eurostat) promueve desde hace años, y como ya se ha comentado anteriormente, la elaboración de una malla de población a nivel europeo. Esta malla tiene como finalidad fundamental desagregar la población municipal mediante la utilización de la información procedente de CORINE *Land Cover*. Partiendo de esta desagregación espacial de los datos demográficos, el segundo paso consiste en integrar junto con la información demográfica toda aquella información estadística de carácter socioeconómico y medioambiental en una unidad de observación y de análisis común (Goerlich & Cantarino, 2012). Esto permite dar un salto cualitativo en el conocimiento del territorio, ya que con ello se pueden conocer mejor las pautas de comportamiento de los fenómenos que tienen lugar dentro de él en un nivel de detalle amplio.

Eurostat promueve una serie de proyectos que trabajan en esta línea, destacando los proyectos Geostat 1A, 1B, 2 y 3, como también se ha comentado anteriormente. El primero de ellos, con fecha de 2006, se entiende como un prototipo para organizar la información y desarrollar una metodología inicial para generar una malla estadística con información de población para toda Europa. El documento de síntesis ofrece la guía metodológica para la generación de esta malla. Con el segundo de estos proyectos, el 1B, se trabaja en la representación de la información de los respectivos censos del año 2011. Se genera también un manual detallado para generar mallas con información estadística usando técnicas de agregación y desagregación de los datos. Y, por último, los proyectos Geostat 2 y 3 tienen como finalidad principal el fomento de la integración de la información estadística y la de carácter espacial con el objeto de conseguir análisis más cualificados de carácter socioeconómico y de carácter también ambiental (EFGS, 2012, 2013 y 2017).

Dentro del desarrollo de estos proyectos, con el 1A, se implementa también una herramienta de generación de mallas para ser utilizada con el *software* ArcGIS 10. Esta herramienta permite la generación de mallas en formato raster y vectorial con celdas de tamaños diversos, según las necesidades, y asigna una codificación de las celdas siguiendo las indicaciones de la Directiva INSPIRE. Las mallas pueden ser

utilizadas para agregar cualquier tipo de información temática. Esta herramienta es la que se utilizó para generar la malla de 1 km de lado usada en los proyectos Geostat, y para la elaboración de los mapas de distribución espacial de la población en Europa.

Esta no es una iniciativa solo europea, o de la Unión Europea, sino que tiene un alcance mucho más global y, de esta forma, Naciones Unidas también está implicada a través del *Global Geospatial Information Management* (UN-GGIM), oficina perteneciente al *United Nations Statistics Division* (UNSD), y lleva tiempo trabajando con importantes grupos de expertos en la tarea de integrar la información estadística con la de carácter geoespacial como modo de analizar con más precisión los fenómenos territoriales que pueden interesar a la población (Petri, 2014).

Los trabajos que se han ido realizando a lo largo de todo este proceso, fundamentalmente en distintos países de Europa, van en la línea inicial de profundizar en la metodología que permita implementar la referenciación de la población en un nivel de desagregación alto, como es el de la celda de 1 km de lado. Las técnicas son variadas en función de la organización de la información de base en cada uno de los países, así como de la toma de decisiones que al respecto realiza cada uno de los organismos responsables de la elaboración de la información. Se trabaja en el desarrollo de técnicas que permitan georreferenciar toda la población de una forma cada vez más fiel y precisa y gran parte de las aportaciones que se han ido haciendo profundizan en estas técnicas.

El Foro Europeo de Geografía y Estadística (EFGS) organiza conferencias anuales, y el análisis que fundamentalmente se hace en las ediciones iniciales hace referencia a la forma de acercarse a las tareas de georreferenciación de la información de la población. Se centran en estos aspectos o bien en aquellos que pueden aportar luz en la georreferenciación de algunos detalles, como el de la población que inicialmente tiene dificultades para ser referenciada. Así, hay estudios que detallan trabajos basados en tareas de acercamiento *top-down* (Goerlich, 2013; Duque, 2013; Bresters, 2014; Chiocchini *et al.*, 2014; Freire & Halkia, 2014), donde normalmente se parte de información municipal o asociada a alguna división administrativa de carácter infra-municipal, caso de las secciones censales, y, haciendo confluir esta información con algún dato de uso de suelo, se estima cuál es la localización real de la población dentro del territorio. Por otro lado, algunos trabajos inciden en analizar de una forma muy específica el tratamiento que se le debe dar a la información demográfica que presenta problemas para ser georreferenciada por dificultades para encontrar

referencias para su localización (Kraus & Moravec, 2013). Otros trabajos presentan la posibilidad de realizar aproximaciones *bottom-up*, tomando la información de base en el nivel de desagregación más alto, como puede ser el del portal, y asignarlo a la celda que le corresponda a través de los correspondientes procesos de asignación de la información (Duque, 2015; Corcoran, 2017), o bien con las técnicas de aproximaciones híbridas, donde se combina la aproximación *bottom-up* con otra de carácter *top-down*, normalmente para completar la asignación de población que no ha sido referenciada en el primer paso (Bueno *et al.*, 2013; Enrique & Ojeda, 2013).

La información demográfica está actualmente muy consolidada en su referenciación espacial en niveles de desagregación altos, al menos en referencias de celdas de 1 km de lado. Pero, como se comenta anteriormente, la tendencia que se sigue en la actualidad es utilizar esta información para su integración con otra información de carácter estadístico. Esta es la finalidad fundamental y se va avanzando a lo largo del tiempo, pero quizá no al ritmo al que se cabría esperar o al menos al que sería conveniente. Pero no hay que olvidar que determinados datos presentan cierta dificultad para ser referenciados, bien por la dificultad para gestionarlos, para acceder a ellos, o para conocer su localización.

En este sentido es interesante prever que la potencia de los análisis que se pueden realizar con la integración de la información demográfica y la estadística llevará a la necesidad de que en un futuro no lejano toda la información quede referenciada. Esto podrá ser, bien a través de un código alfanumérico normalizado de cada uno de los portales, referenciados con su correspondiente par de coordenadas, y que permita enlazar cada dato con la localización espacial, o bien con otro tipo de herramienta metodológica que habría que analizar. Y en ese sentido esta tesis doctoral aspira de una forma muy determinada a mostrar la utilidad de realizar análisis con una información referenciada espacialmente a nivel de detalle y de profundizar en las técnicas que permitan obtener los datos organizados de esta forma.

Así, y hasta la fecha, algunos trabajos interrelacionan la información en procesos de agregación y desagregación espacial como herramienta para evaluar impactos ambientales en procesos que ayuden a conseguir las Metas de Desarrollo Ambiental de Naciones Unidas, SDG (Scott, 2017), mientras que otros trabajos analizan la integración con información de carácter urbano (Trainor, 2017), analizando la información de empleo (Poelman, 2017), la relativa a infraestructuras (Santos, 2013), o a tráfico y movilidad (Piela, 2014). Cercano a este tipo de análisis se encuentran

también otros trabajos que llevan a cabo la integración de la información demográfica con la información estadística relativa a la ordenación del territorio (Vala *et al.*, 2015). Se pueden destacar también algunas experiencias como la relativa a la referenciación de la información extraída de la geolocalización de los teléfonos móviles y de la información emitida por estos, que permite monitorizar patrones de comportamiento espacial de la población y de sus pautas de comportamiento en relación con su movilidad cotidiana (Kuzma & Nikić, 2015; Salas-Olmedo *et al.*, 2015). Otras experiencias son relativas a la integración de la información demográfica y las actividades de economía productiva, como trabajo de investigación que permite mostrar las potencialidades de los SIG dentro de estas actividades (Bao & She, 2014).

En el contexto andaluz, el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, aparte de elaborar el mapa de desagregación espacial de la población con periodicidad anual desde 2013, ha realizado también estudios de integración de la información con operaciones estadísticas relacionadas con la fecundidad y con la mortalidad. En este último caso es interesante destacar que se trabaja con la Razón de Mortalidad Estandarizada (RME), que es un indicador que, al no verse afectado por la estructura poblacional, permite comparar la mortalidad entre poblaciones con estructuras muy distintas. Para calcular la RME se estima el número de casos (defunciones) que se producirían en una determinada zona (con estructura conocida) si ésta estuviera sometida a las intensidades recogidas por las tasas tipo. Se obtiene así un resultado diferente que se denomina “casos esperados”. El IECA usa como tasas tipo las tasas de mortalidad por edad y sexo del conjunto de Andalucía. La razón entre los fallecidos realmente observados y los esperados es el indicador RME para una unidad de análisis determinada, en este caso celdas de 250 y 1.000 m de lado (Cánovas *et al.*, 2016). Se puede observar de esta manera el mayor o menor grado de mortalidad y el IECA difunde esta información asociándola a datos de desempleo y de nivel de estudios en un proceso de integración de la información poblacional y la de carácter estadístico. Por otro lado, se han realizado también trabajos de integración de la información demográfica con la información catastral en diferentes niveles de desagregación espacial con celdas de 250 m de lado, o más pequeña que estas, en trabajos que analizan las intervenciones antrópicas en el litoral andaluz (Pérez-Alcántara *et al.*, 2016 y 2017). En otros casos se ha analizado la adecuada ubicación de los servicios de atención sanitaria en relación con la población potencialmente atendida, mediante la utilización de técnicas de análisis de redes y la desagregación espacial de la población (Rodríguez & Ojeda, 2016).

Todas ellas son, en general, experiencias que avanzan en los objetivos reseñados de profundizar en la integración de la información demográfica con toda aquella información estadística que permita conocer mejor el territorio y sus pautas de comportamiento. En líneas generales se considera que es necesario seguir en esa línea de trabajo, debido a las fuertes potencialidades que tiene la elaboración de tareas de este tipo. De la misma forma que los proyectos Geostat 1A y 1B hicieron una completa tarea de tutorización de la implementación de la georreferenciación de la población en unidades espaciales desagregadas, los proyectos más recientes, Geostat 2 y 3, abundan en la necesidad de monitorizar la referenciación de otro tipo de información estadística y establecer la sistematización de la metodología de geocodificación que permita realizar estas operaciones de una forma directa y normalizada (EFGS, 2017).

Para finalizar, es conveniente destacar la naturaleza integradora de los sistemas de información geográfica, que es la herramienta que fundamentalmente permite trabajar en esta línea. Esta naturaleza integradora parte de la misma idea de que la información con la que se trabaja es fundamentalmente espacial. Esa componente espacial, esencial en un SIG, actúa integrando la información de forma adecuada y hace que un SIG sea un sistema sólido, cohesionado e integrador. La naturaleza de los datos es muy variada y en muchas ocasiones es complicado integrar la información, debido a su heterogeneidad. Pero se ha avanzado mucho en los últimos años y son muy amplios los cambios que se han ido produciendo, fundamentalmente en lo que hace referencia a que “la popularización de los SIG y su mayor presencia en una buena parte de los ámbitos de trabajo actuales han traído como consecuencia una mayor conciencia acerca de la importancia de la componente espacial de la información, así como sobre las posibilidades que la utilización de esta ofrece. Por ello, una gran parte de las tecnologías que han surgido en los últimos años (y seguramente de las que surjan en los próximos) se centran en el aprovechamiento de la información espacial, y están conectadas en mayor o menor medida a un SIG para ampliar su alcance y sus capacidades” (Olaya, 2014, p. 9).

De este modo, y partiendo de todo lo comentado hasta ahora, se puede resumir que el presente trabajo pone en relación la información demográfica, en un grado alto de desagregación espacial, con la de consumo doméstico del agua. Tanto un tipo de información como la otra se relacionan en celdas homogéneas de 250 m de lado. Se cubren así los dos objetivos que se han tratado hasta ahora en este capítulo, ya que se trabaja en el análisis del consumo de agua en escalas de detalle infra-urbano e

integrando esta información con la de la población residente, que sería el segundo objetivo. Además de esto, la información de población y la de consumo de agua se integran también a través de las celdas con la información obtenida partiendo de la gestión de los datos aportados por el Catastro, lo que permite conocer las características urbanas del territorio y su relación con el consumo de agua.

En definitiva, se integra información desagregada de población con información estadística de consumo de agua y de carácter urbanístico. Esta integración permite conocer las distintas zonas del territorio, lo que la convierte en un apoyo importante en la toma de decisiones.

4. Propuesta metodológica

En esta tesis doctoral se desarrolla y aplica una propuesta metodológica basada en operaciones de álgebra de mapas y de unión espacial, que permite integrar toda la información en las celdas de 250 m, que se utilizan como unidades de observación y como unidades de análisis. Con esto se puede individualizar el territorio y desarrollar algoritmos de análisis geo-estadístico. Se siguen, como se ha comentado anteriormente, las directrices de los proyectos Geostat 2 y 3, que tienen como finalidad principal el fomento de la integración de la información estadística y la de carácter espacial con el objeto de conseguir análisis más cualificados de carácter socioeconómico y de carácter también ambiental. Pero para poder llevarlo a cabo hace falta contar con información georreferenciada a un nivel de desagregación alto. Es aquí donde aún se cuenta con dificultades significativas para realizar análisis de este tipo, ya que todavía es escasa la información desagregada que se puede utilizar. Así, esta tesis doctoral pretende demostrar la potencialidad de los análisis de este tipo y de ello, junto con los resultados de otros trabajos que han avanzado en la misma línea, debería o podría derivar el hecho de que en un futuro contar con una información muy desagregada y correctamente georreferenciada se considere cada vez más necesario y sea cada vez más accesible para el análisis del territorio desde distintas perspectivas temáticas.

De este modo, y para realizar las operaciones de análisis en esta tesis doctoral, se trabaja con la información de la distribución de la población, la de consumo doméstico de agua y la de catastro. Los datos de las dos primeras fuentes de información permiten conocer la distribución del consumo de agua per cápita y la tercera permite conocer las características territoriales que explican los motivos de un mayor o menor

consumo. Dos de estas fuentes de información han sido tomadas ya con su correspondiente georreferenciación, mientras que la tercera de ellas, la de consumo de agua, ha necesitado un proceso previo de geocodificación.

En primer lugar, la distribución de la población se ha tomado de la información generada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, que genera el Mapa de Distribución de la Población de Andalucía en celdas de 250 m. Esta malla estadística tiene la consideración de información oficial y se ha tomado como información de referencia, de tal forma que estas celdas son las que han sido consideradas como unidades de observación y unidades de análisis.

Por otro lado, la información referente al consumo doméstico de agua ha sido aportada por Aljarafesa y no contaba inicialmente con la correspondiente geocodificación, por lo que ha habido que realizar las operaciones que permiten referenciar los datos, partiendo de la información de la aproximación postal de cada una de las acometidas. El proceso que se ha seguido se explicará con detalle en apartados y capítulos posteriores, pero se adelanta ahora que se siguen los mismos planteamientos utilizados por el IECA para referenciar la población. Se utiliza también la misma herramienta de enlace masivo de datos, *aLink*.

Por último, en cuanto a la información urbana, se trabaja con la información obtenida de la Dirección General de Catastro y en el apartado 3 del capítulo III se detallan las características generales de la información catastral, tanto en el trazado de los límites de las parcelas y de los elementos constructivos, como en cuanto a la organización de la información alfanumérica.

El primer paso que se sigue con esta fuente de datos ha sido el de establecer qué información es la más útil para la caracterización del territorio, persiguiendo los objetivos que se plantean en el trabajo de investigación. Analizadas todas las variables con las que se puede trabajar dentro de la información de catastro, se han seleccionado aquellas que pueden dar más información para entender cómo es el consumo de agua, según las distintas zonas que existen en un territorio y las características urbanas que tiene cada una de estas zonas. De esta forma se ha considerado conveniente trabajar con las siguientes variables:

- Uso de los bienes inmuebles
- Antigüedad en la construcción o reforma de los bienes inmuebles
- Tipología constructiva (altura de los edificios)

- Superficie media de las viviendas
- Presencia de piscinas
- Presencia de patio o de jardín

Las primeras cuatro variables se han tomados de los datos de la hoja del registro de bienes inmuebles, mientras que las dos últimas se han tomado de la capa de elementos constructivos, [Constru.shp].

Antes de continuar, es necesario aclarar que la información alfanumérica de bienes inmuebles está organizada en una base de datos, donde hay un registro por cada bien inmueble y un campo con cada una de las características que para cada inmueble recoge el catastro. La cardinalidad entre esta base de datos y la tabla de atributos de la capa de parcelas es uno a muchos. Se puede vincular en una operación de enlace, pero para llevar a cabo las operaciones de análisis que se consideran necesarias se plantea como más conveniente adaptar la tabla para sintetizar en un solo registro, aunque en campos diversos, todos los datos de cada parcela. De este modo la cardinalidad pasa a ser de uno a uno. Estas operaciones se han realizado por separado para cada una de las variables analizadas y posteriormente se han integrado para realizar de forma correcta las operaciones de análisis.

4.1. Distribución espacial de la población

El tratamiento que se realiza a la capa de la distribución de la población es muy sencillo y consiste básicamente en extraer de la capa completa de toda Andalucía aquellas celdas que se corresponden con los 29 municipios de la zona de estudio. De esta forma resulta, y solamente a título ilustrativo, una capa formada por 1.412 celdas de 250 m de lado con población residente, sobre un total de 24.310 que son las que cubren el total de la superficie de los 29 municipios. Esto supone que la población ocupa menos del 5,8% de las celdas de todo el territorio. En segundo lugar, se ha generado una nueva capa en formato *shapefile*, que ha sido la capa de referencia para las operaciones de análisis en todo este trabajo de investigación.

4.2. Distribución espacial del consumo de agua

La segunda tarea que se realiza consiste en, a partir de la información de contratos de suministro, realizar las operaciones de geocodificación relativas al consumo de agua en cada una de las acometidas de suministro. Para ello es necesario georreferenciar

todas las acometidas, asignando a cada una de ellas las coordenadas del portal de acceso a los bienes inmuebles a los que se presta el servicio de suministro de agua. Se describen a continuación los pasos que se siguen para realizar el proceso de geocodificación del conjunto de todas las direcciones postales correspondientes a viviendas, organismos públicos y/o privados, espacios públicos, así como establecimientos con actividad económica de los municipios de la zona de servicio de Aljarafe. Por geocodificación se entiende la asignación de una coordenada X e Y de la base alfanumérica de portales y viales del Callejero Digital de Andalucía Unificado, CDAU, a las direcciones postales del fichero a geocodificar, usando como nexo entre estos dos ficheros las direcciones postales contenidas en ambos.

Esta es una operación compleja por la gran cantidad de datos que intervienen en la misma y porque se trata de datos que en un gran número de ocasiones no cuentan con la homogeneidad suficiente para poder realizar la operación sin necesidad de determinadas tareas de adaptación. No se debe olvidar que el vínculo entre las dos bases de datos es la aproximación postal, que cuenta fundamentalmente con tres elementos principales: tipo de vía, nombre de la vía y portal o número de portal. Todos estos elementos pueden sufrir múltiples variaciones, como son utilizar abreviaturas diversas para los tipos de vías, formas diferentes, pero todas correctas, de escribir el nombre de una vía (utilización o no de artículos o preposiciones, por ejemplo) o bien la existencia de variantes diversas en los números de portal o la no existencia de este (“sin número” o “s/n”).

De este modo, para una correcta operación de enlace, es necesario realizar, por un lado, una serie de tareas previas, que permitan normalizar la información de la base de datos que se pretende enlazar, para la mayor coincidencia de la información con la que sirve de referencia tomada del CDAU. A su vez, el proceso consta de una serie de fases de tareas de enlace, que permiten ir vinculando registros que no han podido ser enlazados en fases anteriores. Estas operaciones se describen en los apartados que aparecen a continuación.

4.2.1. Ficheros de referencia para la geocodificación

Para llevar a cabo el proceso de geocodificación se utilizan dos ficheros de referencia que contienen información alfanumérica del Callejero Digital de Andalucía Unificado, CDAU. En concreto, se trabaja, por un lado, con el fichero que contiene las coordenadas X e Y de todos los portales de las vías de Andalucía (fichero

“CDAU_portales”) y por otro, con el que contiene las coordenadas X e Y de los centros de las vías de Andalucía (fichero “CDAU_viales”). Estos dos ficheros de referencia no contienen toda la información disponible en CDAU, sino aquella que se considera relevante para el proceso de geocodificación, y tiene como fecha de referencia para este caso el 1 de enero de 2017.

4.2.2. Tratamiento previo y normalización de ficheros

El proceso de normalización de un fichero de datos se realiza, como se ha comentado, para facilitar la fusión con los ficheros de CDAU. De esta forma, para que el proceso de geocodificación sea más eficiente se normaliza la variable que contiene las abreviaturas del tipo de vía, para que valores del tipo “C”, “CL”, “AV”, “CM” se transformen en valores normalizados como “calle”, “avenida”, “camino”, “carretera”. También se normaliza la variable portal, que contiene el número o portal asociado a la dirección postal. Así, los portales del tipo “2-A”, “5-Bis”, “13-15”, etc. se han transformado en “2”, “5”, “13”. Este proceso permite una mejor identificación de direcciones y facilita las tareas de geocodificación.

4.2.3. Geocodificación del fichero

Tras la normalización, se procede a geocodificar los registros mediante un enlace de ficheros entre las direcciones postales normalizadas del fichero de trabajo, el de las acometidas, y las direcciones postales de los ficheros de referencia: “CDAU_portales” y “CDAU_viales”. De esta unión no solo se obtienen las coordenadas X e Y asociadas a cada dirección postal sino también otros campos de los ficheros de referencia que se consideran útiles para complementar la información de la geolocalización. La geocodificación de un fichero depende tanto de sus datos de partida como de la disponibilidad de información de los ficheros de referencia utilizados para asignar las coordenadas a las direcciones postales. Ello implica, por un lado, que no podrán ser geocodificadas a un portal exacto aquellas direcciones postales que no dispongan de número de vía o portal y, por otro lado, implica también que es posible que a algunas direcciones postales que dispongan de toda la información (tipo de vía, nombre de vía y número de vía) no se les pueda encontrar su equivalente en el fichero de referencia, debido a que dicho fichero no está completo o actualizado.

Ante la imposibilidad de geocodificar a un portal exacto todas las direcciones postales de un fichero, se plantea la necesidad de geocodificar a portales cercanos y, en el

caso de tampoco lograrlo, se realiza la geocodificación al centro de la vía. Partiendo de estas premisas, éste es el orden de prioridad teórico que debe seguirse en un proceso de geocodificación:

- A. Geocodificación a portal exacto. Si el sistema encuentra en las dos bases de coincidencia en el tipo de vía, nombre de la vía y número de portal, se realiza el enlace de los dos registros. El de CDAU, cuenta con las correspondientes coordenadas, por lo que se puede realizar la geocodificación a portal exacto.
- B. Geocodificación a portal cercano (una vez agotadas las posibilidades de geocodificación a portal exacto). En este caso se consideran portales cercanos aquellos que presentan una diferencia como máximo de 5 portales pero con la restricción de estar en la misma acera de la vía.
- C. Geocodificación a portal exacto sin incluir tipo de vía en variable agrupación En este proceso se enlazan las direcciones postales del fichero a geocodificar resultante del paso anterior. La única diferencia con respecto al primer proceso de enlace es que ahora la variable tipo de vía no se incluye como elemento de la variable de agrupación, sino que se va a tener en cuenta en la fase de comparación. El motivo por el que se realiza este proceso es debido a que se han detectado tipos de vías asociados a viales que son erróneos (aparecen viales que tienen tipo de vía “calle” cuando les corresponde “avenida” o viceversa) y por tanto si se incluye el tipo de vía en la variable de agrupación se está obligando a que las vías comparadas coincidan en el tipo de vía.
- D. Geocodificación al centro de la vía (una vez agotadas las posibilidades de geocodificación a portal exacto o cercano). En este caso la precisión de la coordenada dependerá del tipo de vía, ya que por ejemplo, asignar una coordenada al centro de la vía a una plaza quizás podría considerarse como algo equivalente a un portal cercano, mientras que al asignar una coordenada al centro de la vía a una carretera se podría perder bastante precisión en el enlace. Lo mismo ocurriría con vías que son cortas o muy largas. Para las cortas, la precisión del proceso de enlace sería mayor mientras que para vías largas la precisión puede ser mucho más baja.

El último paso, realizadas todas las tareas anteriores, consiste en integrar todos los ficheros que se generan en los procesos de geocodificación en un único fichero que contiene todos los campos que permiten conocer los procesos de enlace que se ha

realizado para cada uno de los registros. Incluye también un campo con coordenada X y coordenada Y, ambos en un sistema de referencia EPSG: 25830 ETRS89 / UTM zone 30N.

4.2.4. Generación de una capa con las acometidas de suministro de agua

Mediante el pertinente proceso de georreferenciación de la base de datos, se genera una capa *shapefile* con topología puntual. Cada acometida queda representada por un punto que se corresponde con la localización del portal de acceso al edificio que le corresponde y al que presta servicio. Así, con este proceso cada acometida queda localizada coincidiendo con el portal que consta en la dirección postal que figura en cada registro de la base de datos, con las excepciones que se han detallado en el apartado anterior.

4.2.5. Capa con consumo doméstico de agua per cápita

Posteriormente, y mediante geoprocursos de unión espacial, la información de la capa de acometidas se ha agregado a la capa de celdas con la distribución de la población, que es la capa de referencia para las operaciones de análisis de este trabajo. Se realiza una operación de trasvase de la información de consumo de agua desde la acometida hasta la celda de 250 m, de forma que cada celda recoge de forma agregada la información de consumo de cada una de las acometidas que se encuentran dentro de sus límites y a partir de dicha información se obtiene el consumo total para cada una de las celdas.

En el paso siguiente, una vez analizada la información que se obtiene con estas operaciones, se toma una serie de decisiones relacionadas con la consistencia y calidad de la información. En particular, se estudia cuántas celdas existen en esta capa que no cuentan con información sobre consumo; en su mayor parte son celdas de zonas donde la empresa suministradora no realiza el servicio, por motivos diversos y, al no haber datos sobre el consumo de agua, se opta por eliminarlas del análisis. Por otro lado, se realiza también un análisis de los datos y se comprueba que determinadas celdas sufren ciertas distorsiones en la información, referidas fundamentalmente a celdas con muy poca población, pero con un consumo de agua muy elevado. Por ello, también se decide eliminar las celdas con un número reducido de habitantes, que puedan llegar a distorsionar sus resultados de consumo per cápita.

4.3. Caracterización urbana del territorio

El análisis de cuáles son las características urbanas que pueden explicar una mayor o menor consumo de agua, en la línea de lo comentado en apartados anteriores, se realiza partiendo de la información que al respecto ofrecen los datos del Catastro. El primer paso que se ha seguido con la información catastral es establecer, como se ha comentado, qué datos son los más útiles para conseguir estos objetivos, los que mejor explican las características urbanas del territorio. Analizadas todas las variables con las que se puede trabajar, se han seleccionado aquellas que pueden dar más información para entender cómo es el consumo de agua, según las distintas zonas que existen en un territorio y las características urbanas que tienen cada una de estas zonas. Partiendo de las experiencias previas recogidas por la literatura científica que trata esta temática y de la que se ha dejado constancia en los apartados 1 y 2 de este capítulo, se ha considerado conveniente trabajar con las siguientes variables: usos de los bienes inmuebles; antigüedad en la construcción o reforma; tipología constructiva (viviendas unifamiliares o plurifamiliares); superficie media de las viviendas; así como presencia de piscinas y presencia de patio o jardín. Dentro del proceso que se lleva a cabo se realizan tareas para sintetizar la información de todos los inmuebles de una parcela en un solo registro y se generan una serie de tablas-resumen donde el campo de agregación siempre es el de la referencia de la parcela catastral y los campos que se generan en la tabla son los de las distintas variables con las que se ha trabajado en cada caso. Todo esto permite asignar a cada parcela la información que le corresponde de cada una de las variables tratadas.

4.4. Integración de la información

El paso siguiente, ya realizadas las operaciones de gestión de la información, es el de integrar todos los datos de población, consumo de agua y catastro utilizando la misma unidad espacial de análisis, la celda de 250 m de lado, y siguiendo los pasos que se describen a continuación.

De este modo, estando ya la información preparada de forma adecuada, se pasa a la fase de análisis. Este proceso cuenta con una serie de tareas que se ordenan en diversas etapas que, a su vez, se organizan en dos grandes grupos: integración de la información y operaciones de síntesis.

4.4.1. Relación entre el consumo de agua y los habitantes de cada celda

En esta fase se pone en relación el consumo doméstico de agua que ha tenido lugar a lo largo del año de referencia en cada una de las celdas, partiendo de la localización de las acometidas, con la población que reside en cada una de ellas. La información de origen está habitualmente expresada en m³ por año y se debe transformar en litro/habitante/día para favorecer la comparabilidad con los trabajos de análisis del consumo de agua en diversas escalas de análisis. Esta unidad de medida contabiliza a la población, según dónde está registrada oficialmente, dejando constancia de cuál es su residencia principal. No se tiene en cuenta, por ejemplo, la consideración de segundas residencias, situación que se presenta también en estudios realizados a nivel municipal o supramunicipal (Llausàs *et al.*, 2018).

4.4.2. Relación entre el consumo de agua per cápita y las características urbanas del territorio

En la siguiente fase de trabajo, se integra la información de catastro, previamente tratada, en las celdas que contienen también la información del consumo de agua por persona, tal y como se ha descrito en el apartado anterior. Mediante la utilización de los geoprosos de intersección o unión, según se considere oportuno en cada caso, se realizan las operaciones correspondientes para llevar a cabo el proceso de integración de la información de cada capa de catastro con la de celdas. En líneas generales se trata de la relación de dos capas, donde una de ellas se compone de entidades espaciales reales, las parcelas catastrales y las subparcelas con elementos constructivos, y otra se compone de unidades espaciales virtuales, por lo que una parte de las entidades de la primera capa quedan completamente dentro de una celda, mientras que otras entidades catastrales son fronterizas y quedan divididas en al menos dos celdas. Este planteamiento es similar, aunque con ciertas variantes, al utilizado por otros autores para el trasvase de la información catastral desde la parcela a la celda (Pérez-Alcántara *et al.*, 2017).

4.5. Operaciones de síntesis

4.5.1. Análisis de tendencia en el consumo según características urbanas del territorio

De este modo y teniendo ya integrada la información de consumo de agua, habitantes y catastro se pueden realizar las operaciones de síntesis de la información

individualizándola por celdas. Anteriormente, se realizan operaciones de análisis de tendencia del consumo por persona y día estudiando la relación de éste con las características urbanas del territorio. Se agrupa el consumo por intervalos y se estudia por separado la tendencia según las variables de estudio: uso de los bienes inmuebles, tipología, antigüedad, tamaño de las viviendas, presencia de piscinas y de patio/jardín. Esta es una tarea de gran valor, puesto que se analiza cada una de las variables por separado, pero con todos los datos agregados, y es un análisis que permite conocer las tendencias del consumo según cada una de las variables, lo que permite, a su vez, distinguir el peso que debe tener en el análisis cada una de ellas.

4.5.2. Síntesis de resultados para las entidades de análisis

Estas son dos tareas consecutivas que permiten definir las características territoriales que definen cada una de las celdas, sintetizando las tendencias de las seis variables con las que se trabaja. Este análisis, poniéndolo en común con el de consumo de agua, permite definir las características esenciales de cada una de las zonas en relación al consumo doméstico de agua, es decir, la tendencia en el consumo. Cada celda queda definida en función de sus características territoriales y su relación con el consumo doméstico de agua más o menos alto. A partir de aquí, se toman decisiones para cada una de las variables, clasificándolas según las tendencias observadas en el paso anterior y se clasifican según el peso que tienen cada una de ellas en relación al consumo de agua (ver tabla I-1).

Tabla I-1. Tabla síntesis de clasificación de las celdas según presencia de variables analizadas en cada una de las celdas

Variable de análisis	Tipo de celda	Variable de análisis	Tipo de celda
Usos	Vivienda	Antigüedad de construcción o reforma	Antes de 1970
	Industria		1971-1990
	Educativo/deportivo		1991-2000
	Oficina/Comercio/Ocio, Hostelería		Posterior a 2000
	Mixto		Mixto
Tipología constructiva (altura de los edificios)	Unifamiliar	Tamaño de las viviendas	Menos de 120 m ²
	Plurifamiliar I (1-3 plantas)		120-180 m ²
	Plurifamiliar II (4-15 plantas)		Más de 180 m ²
	Mixto		Mixto

Variable de análisis	Tipo de celda	Variable de análisis	Tipo de celda
Piscinas (superficie de lámina de agua)	Tipo I (100-500 m ²)	Patio/jardín	Tipo I (menos de 5.000 m ²)
	Tipo II (500-1.000 m ²)		Tipo II (5.000-15.000 m ²)
	Tipo III (más de 1.000 m ²)		Tipo III (más de 15.000 m ²)

Fuente: elaboración propia.

4.5.3. Definición y asignación de los valores de ponderación y definición de zonas de análisis territorial

A continuación, es necesario definir cada celda según las características que posee en las distintas variables de análisis. Hay celdas que son homogéneas en un 100% en algunas de las variables o en las seis que conforman el análisis. Pero la homogeneidad total es imposible en territorios de una evolución tan compleja como la que se describe aquí. Las celdas regulares permiten extraer e individualizar los datos que hacen referencia a cada variable, y esta es la gran ventaja que tiene el análisis que se lleva a cabo. Esta operación facilita la cuantificación de la presencia de cada una de las variables en las celdas correspondientes. Con este criterio se elaboran las correspondientes tablas de ponderación que permiten cualificar cada una de las celdas según cada una de las variables de forma separada y posteriormente de una forma sintética (ver tabla I-2).

Tabla I-2. Tabla síntesis de los valores de ponderación, según presencia de las variables analizadas en cada una de las celdas

Grupo de variables	Variable	Factor de ponderación		
		C	B	A
Usos	Vivienda	50-75	75-90	90-100
	Industrial	15-30	30-50	50-100
	Educativo/deportivo	15-30	30-50	50-100
	Otros usos	15-25	25-40	40-100
Alturas	Planta baja	50-75	75-99	99-100
	Plantas 1 - 3	50-75	75-99	99-100
	Plantas 4 - 15	50-75	75-99	99-100
Antigüedad	Antes de 1970	50-65	65-80	80-100
	1971 - 1990	50-65	65-80	80-100
	1991 - 2000	50-65	65-80	80-100
	Posterior a 2000	50-65	65-80	80-100

Grupo de variables	Variable	Factor de ponderación		
		C	B	A
Superficie vivienda	Menos de 120	50-65	65-80	80-100
	120 - 180	50-65	65-80	80-100
	Más de 180	50-65	65-80	80-100
Piscinas	Lámina de agua	100 - 500	500 - 1.000	Más de 1.000
Patio/jardín	Superficie	5.000 - 10.000	10.000 - 15.000	Más de 15.000

Fuente: elaboración propia.

En definitiva, y a modo de síntesis, todo el proceso metodológico se resume en una serie de tareas de integración de la información de distribución de la población desagregada en celdas de 250 m, con información estadística de consumo de agua, por un lado, y con la de catastro por otro, para identificar la relación entre consumo y población, así como las zonas según características sociodemográficas y urbanísticas del territorio. En la segunda parte del proceso, integrada la información en cada una de las celdas, se procede a realizar tareas de síntesis, basándose en la individualización de la información en cada una de las entidades de análisis, las celdas, lo que permite realizar tareas de análisis individual de toda la información, con análisis previos de tendencias, y tareas posteriores de ponderación y definición de perfiles. Los perfiles, tanto el número de estos como las características de los mismos, quedan definidos cuando se realiza el proceso de análisis de una forma completa. Cada perfil delimita un espacio de características territoriales homogéneas y todos ellos son la explicación final de la síntesis de todo el trabajo de análisis. Todo el proceso metodológico descrito en este apartado 4 queda resumido, a modo de síntesis y para mayor claridad, en la figura I-4.

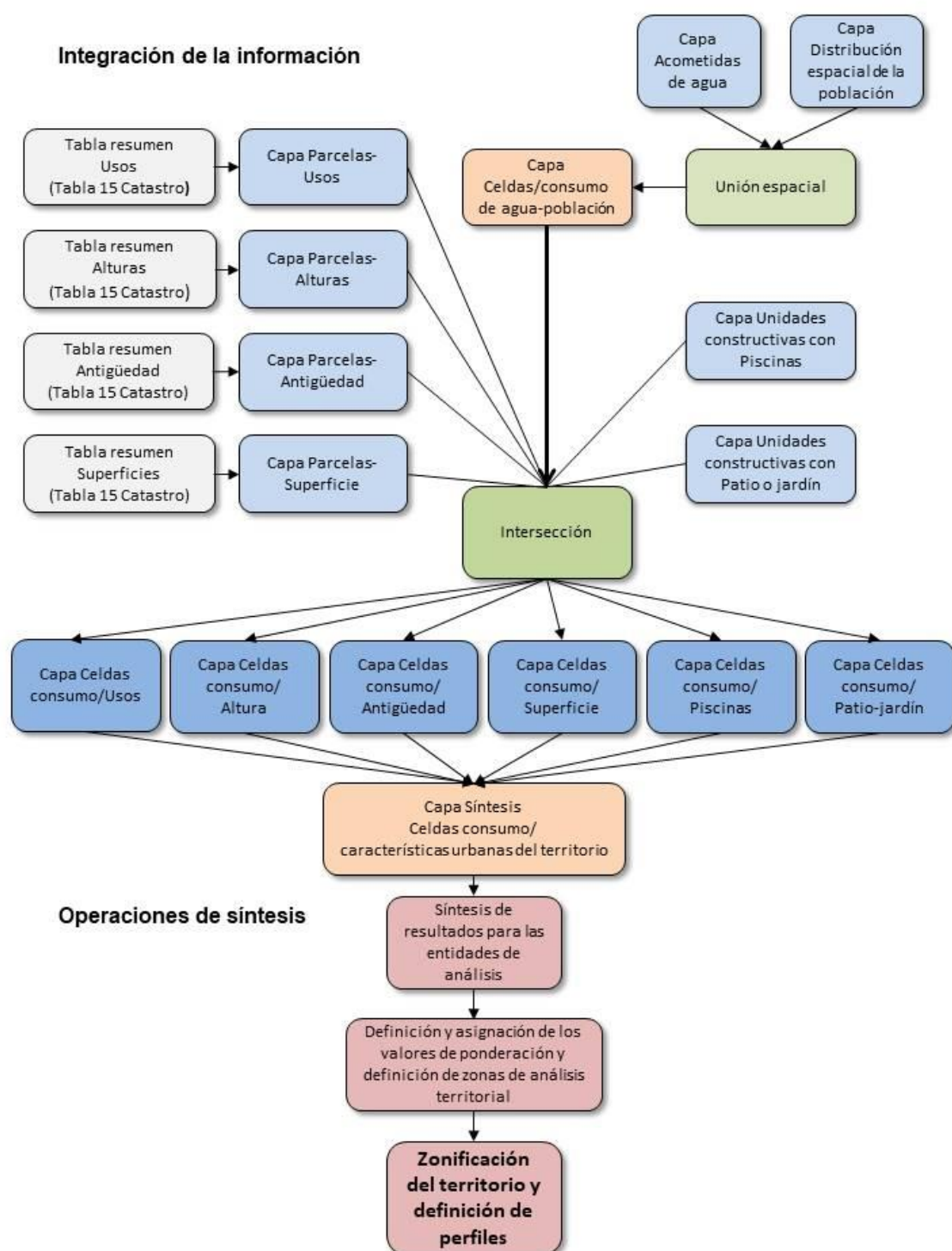


Figura I-4. Metodología de análisis

Elaboración propia

capítulo II

contexto territorial

CAPÍTULO II. CONTEXTO TERRITORIAL

1. Ámbito de trabajo

1.1. Delimitación de la zona de estudio

El ámbito de estudio de este trabajo de investigación queda delimitado por los municipios a los que presta servicio la Empresa Mancomunada del Aljarafe, S.A. (Aljarafe), que es el Órgano de Gestión Directa de la Mancomunidad de Municipios del Aljarafe para el suministro y el saneamiento doméstico de agua, aunque no todos los municipios de la mancomunidad pertenecen al sistema de Aljarafe, ya que cuatro de estos, Camas, San Juan de Aznalfarache, Coria del Río y La Puebla del Río, forman parte de la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A. (Emasesa) y un quinto municipio, Isla Mayor, gestiona el servicio de suministro de agua de forma autónoma. Por otro lado, hay tres municipios que sin pertenecer a la Mancomunidad del Aljarafe, son colindantes al territorio ocupado por ésta y sí forman parte de Aljarafe. Son los casos de La Algaba, Aznalcóllar y Gerena.

Así, y a modo de síntesis, el territorio de estudio abarca los 29 municipios a los que atiende Aljarafe, prestando servicio de suministro y saneamiento de agua para consumo doméstico. De estos municipios, 25 se encuentran dentro de la comarca del Aljarafe, al oeste de Sevilla capital, entre este municipio y el límite que separa las provincias de Huelva y Sevilla. Aparte de estos, hay un municipio que pertenece a la comarca de las Marismas del Guadalquivir, Villamanrique de la Condesa, aunque determinados estudios lo ubican también dentro del Aljarafe. De los municipios que no pertenecen a la mancomunidad, y tampoco a la comarca del Aljarafe, uno se encuentra en la Vega del Guadalquivir, La Algaba, y otros dos, Aznalcóllar y Gerena, se encuentran en las primeras estribaciones de Sierra Morena aunque parte de su territorio pertenece también a la comarca del Aljarafe.

Haciendo un poco de historia, la Mancomunidad de Municipios del Aljarafe se crea a principios de los años 70 del siglo XX, agrupando entonces a 18 municipios de la comarca del Aljarafe, para gestionar el suministro de agua a una población de 60.000

personas. Inicialmente la mancomunidad gestionaba el suministro de agua a los depósitos municipales y los ayuntamientos gestionaban su distribución.

A principios de los años 80 la mancomunidad asume la gestión completa del agua y poco después se crea Aljarafesa para llevar a cabo todas las tareas relacionadas con el abastecimiento de agua. A lo largo de esa década se incorporan una serie de municipios limítrofes a los mancomunados, ampliándose éstos a un total de 29, que son los que actualmente forman parte del servicio de Aljarafesa. A principios de los años 90 prestaba servicio a 200.000 habitantes y en la actualidad atiende a una población de alrededor de 300.000 personas.

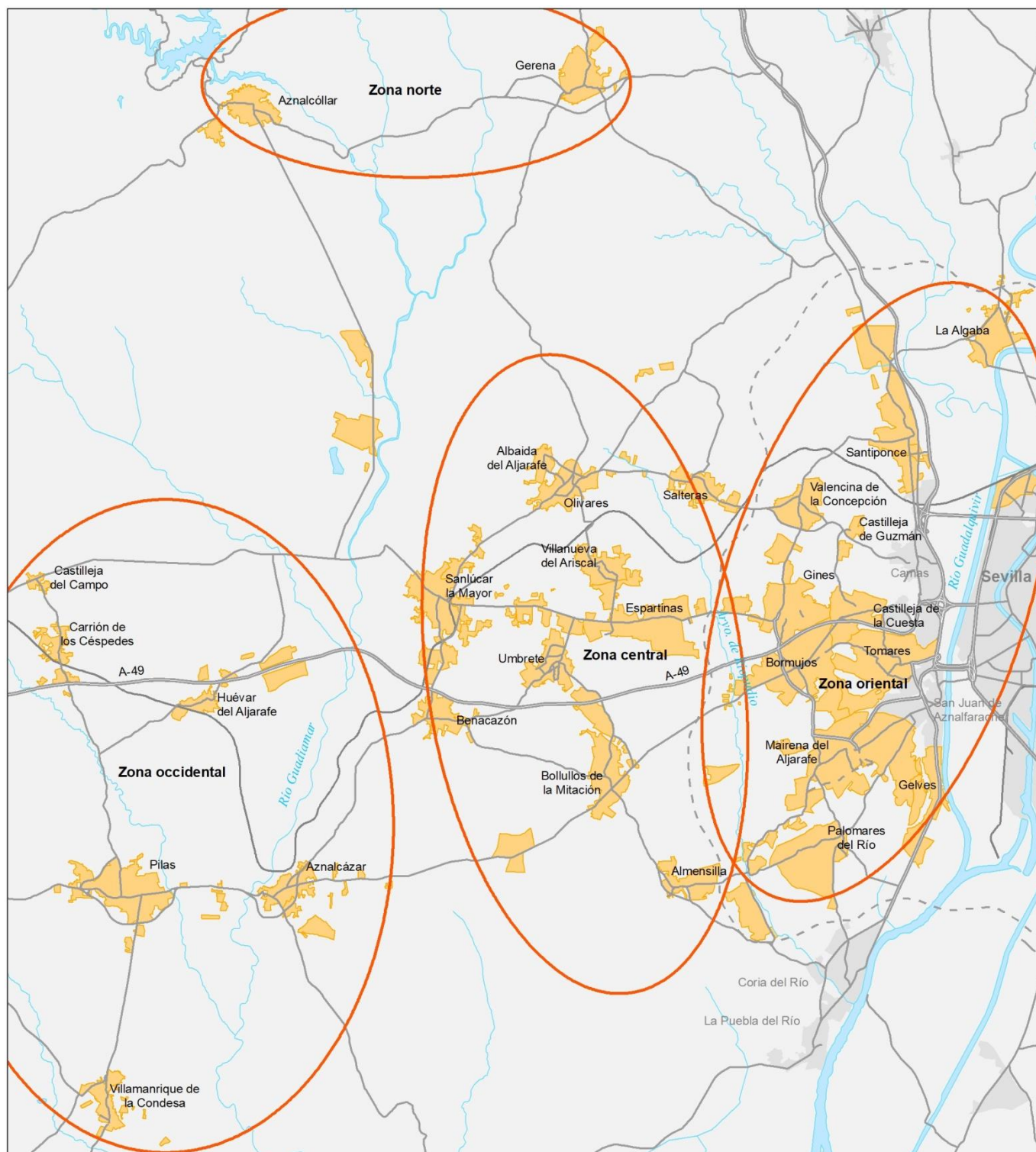
Se considera interesante conocer los datos de consumo de agua en un territorio como el del Aljarafe y su entorno, con unas características muy determinadas. Estas vienen originadas por ser un territorio muy relacionado con un área metropolitana como la de Sevilla y con una fuerte evolución urbana en períodos recientes.

Es necesario empezar realizando un encuadre preciso del territorio, definiendo bien sus límites y teniendo claras algunas características generales del mismo, que ayuden a entenderlo. Por ello, se explica a continuación cuál es el encuadre definitivo y los motivos de esta delimitación para acotar de forma nítida cuál es el espacio de interés y por lo tanto el espacio de trabajo. Para ello, y en primer lugar, se va a hablar de todo el territorio ocupado por los términos municipales y sus características generales en cuanto a dimensiones y ocupación. En líneas generales, los municipios son de superficie pequeña, por debajo de los 70 km², con unas pocas excepciones de municipios extensos y que sobrepasan en gran medida el territorio natural de la comarca. Son estos últimos, por un lado, los casos de aquellos que se encuentran al pie de Sierra Morena y que se adentran en gran parte en esta, casos de Gerena y Aznalcóllar. También está Sanlúcar la Mayor, con un núcleo urbano netamente aljarafeño, pero con gran parte de su término municipal formando parte de la sierra. Por otro lado, en el extremo sur, se encuentra Aznalcázar, que cuenta también con un núcleo urbano principal enclavado en la comarca del Aljarafe, pero con un municipio muy extenso, 450 km², que se prolonga hacia el sur en la zona de las marismas del Guadalquivir y del espacio natural de Doñana, tanto en lo que corresponde al parque natural como al parque nacional. Como dato global, la dimensión del territorio completo de los 29 municipios es de 1.476 km², aunque el espacio urbanizado y habitado es bastante más reducido. Por la propia temática de este trabajo, relacionado con el consumo doméstico de agua y la población residente en el territorio, este queda

reducido, en gran medida, al espacio ocupado por las zonas urbanas, que es donde principalmente reside la población y es donde una empresa como Aljarafesa, presta fundamentalmente sus servicios.

Se ha analizado el territorio de una forma pormenorizada, siguiendo las pautas comentadas y se han tomado una serie de decisiones que han llevado a definir el ámbito real de estudio, que queda reducido a un espacio delimitado al norte por los núcleos urbanos de Aznalcóllar y Gerena y al sur por los de Villamanrique de la Condesa, Aznalcázar, Almensilla y Palomares del Río. El límite este lo marca el río Guadalquivir, exceptuando los municipios de Camas y San Juan, que quedan fuera, y hay que incluir en este límite oriental también al núcleo urbano de La Algaba. Al oeste, la frontera la marcan los núcleos urbanos de Carrión de los Céspedes y Castilleja del Campo. Así, las referencias que se hagan al ámbito de trabajo en todo el proceso de descripción y de análisis, tendrán siempre en cuenta el espacio que se delimita en este apartado y fundamentalmente al territorio urbanizado y ocupado por población residente. Pero es interesante no perder la perspectiva del territorio completo en el que se enclava el área de estudio, ya que con alguna frecuencia habrá que hacer referencia a todo el ámbito. Para facilitar la comunicación, en muchas ocasiones se ha recurrido a denominar a este territorio como Aljarafe, aunque no coincide estrictamente con los límites de esta comarca. Pero el propio nombre de la empresa suministradora de agua recoge esta denominación.

En el ámbito de trabajo se pueden establecer cuatro zonas diferentes, por su evolución histórica y, sobre todo, por las transformaciones que se han ido produciendo en los últimos años. Estas zonas son diferentes entre ellas en gran medida en función de cómo se ha ido plasmando la evolución metropolitana y la relación de cada núcleo urbano con respecto a Sevilla capital (ver mapa II-1).



Leyenda

- | | | | | | |
|--|------------------|--|--------------------|--|----------------|
| | Suelo urbano | | Autopista, autovía | | Lámina de agua |
| | Zonas de trabajo | | Carretera | | Río |
| | | | Ferrocarril | | |

Ámbito de trabajo

0 1 2 4 6 8 10 km

Mapa II-1. Delimitación del ámbito de trabajo

Fuente: Elaboración propia

La primera zona de trabajo está formada por los once municipios más cercanos a Sevilla y se encuentran entre el Riopudio y el escarpe oriental del Aljarafe, junto al río Guadalquivir, y se va a denominar zona oriental. Se ha incluido también La Algaba, pues aunque no pertenece al Aljarafe, sí forma parte de la primera corona metropolitana y es contiguo al resto por su cercanía con Santiponce. La zona central se corresponde con la segunda corona metropolitana dentro del Aljarafe y se encuentra entre el Riopudio y el Río Guadiamar. Se ha incluido Salteras y se ha excluido Aznalcázar. La zona occidental se corresponde con los municipios fronterizos con la provincia de Huelva. Y para terminar, la cuarta zona la componen los dos municipios más periféricos dentro del territorio, Aznalcóllar y Gerena, localizados en el piedemonte de Sierra Morena y recibe el nombre de zona norte.

1.2. Unidades de observación

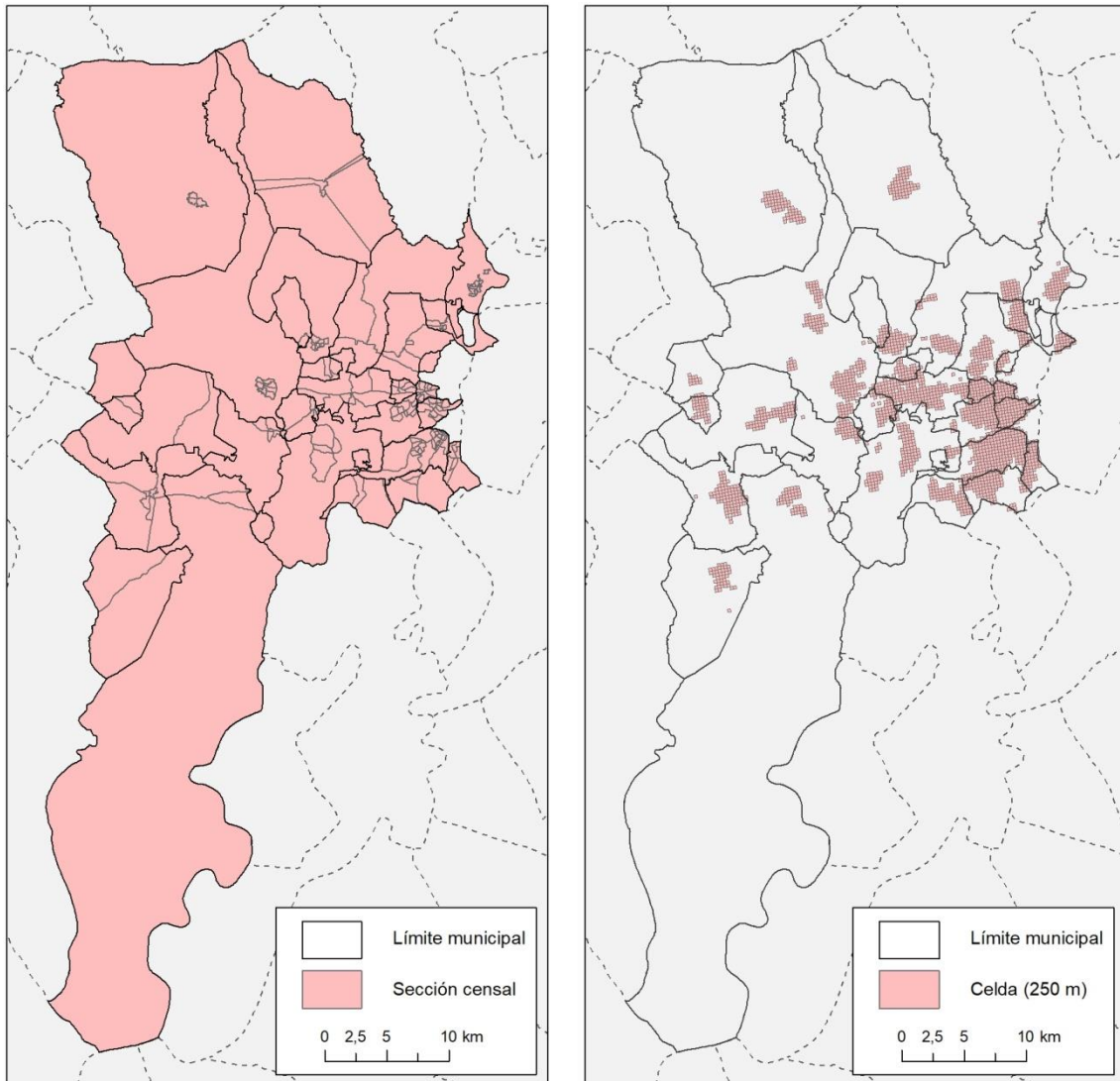
Visto ya en el apartado anterior los límites exactos del ámbito de trabajo, se considera interesante describir y definir las unidades de observación con las que se va trabajar para así entender las características del territorio. Estas unidades pueden utilizarse para obtener datos y gestionar la información o para realizar las operaciones de análisis espacial.

Como entidades de observación territorial se puede contar dentro del ámbito de trabajo con las unidades administrativas, tales como el municipio o la sección censal. Ambas están delimitadas territorialmente de forma oficial, aunque la segunda de ellas sufre con cierta frecuencia algunos cambios en su delimitación. Las secciones censales surgen en España ante la necesidad de dividir cada municipio para la elaboración del Censo Electoral y organizar de forma correcta los procesos electorales. Independientemente de esta utilidad, la sección censal se ha ido convirtiendo en un referente, partiendo de la gran cantidad de datos estadísticos que se desagregan sobre las características de la población que las habita, y son una fuente de información muy valiosa. Pero el principal problema que arrastra la sección censal es que no es una unidad administrativa estable y se ve frecuentemente modificada en función de los cambios demográficos que se puedan producir. Un número excesivo de habitantes en una sección censal obliga a dividirla, cambian sus límites y algunos de sus códigos de identificación. Ello dificulta el análisis diacrónico de los procesos estudiados y se puede afirmar que la unidad de análisis 'sección censal' no garantiza la homogeneidad en cuanto a características socioeconómicas o

demográficas de los individuos que la conforman, ni uniformidad alguna en lo referente a la urbanización o conformación del territorio (Enrique, 2013).

Tomando como referencia los 29 municipios que conforman el ámbito de trabajo, dentro de este se cuenta con un total de 175 secciones censales en el seccionado de 2014. Las secciones cubren la totalidad del territorio, 147.645 ha y casi 300.000 personas. La homogeneidad en cuanto al número de habitantes es considerable, ya que la sección menos poblada tiene 630 habitantes y la más poblada 2.800. La mayoría de las secciones poseen una población que está comprendida entre las 1.500 y las 2.000 personas. El problema principal se presenta en el aspecto referente a las dimensiones espaciales de las secciones. Algunas de ellas son muy extensas, con una superficie por encima de las 1.000 ha (tres de ellas con más de 10.000 ha en Aznalcázar y Sanlúcar la Mayor), frente a una número elevado de secciones con dimensiones reducidas, que en algunos casos no supera las 10 ha, fundamentalmente en La Algaba, Mairena del Aljarafe y Castilleja de la Cuesta.

En algunos trabajos se ha utilizado el recurso de recortar las secciones censales, eliminando el territorio no urbano, dando por hecho que la mayor parte de la población reside dentro de los núcleos urbanos. Esta consideración no está lejos de la realidad en territorios como el de Andalucía Occidental y en el territorio de estudio de este trabajo, donde la concentración poblacional es significativa, pero no elimina el problema de que la población residente en los hábitats dispersos dentro de este territorio queda excluida. Es, por otro lado, una labor que puede resultar más compleja en ámbitos propios del norte de España y centro y norte de Europa con hábitats muy dispersos. En estos hábitats la propia dispersión de gran parte del territorio conlleva el que las dimensiones de las secciones sigan siendo muy diferentes en comparación con entornos urbanos mucho más concentrados desde el punto de vista demográfico. De este modo, dentro de las 175 secciones censales que forman parte del territorio de estudio, la desviación es también amplia. Si se realiza la tarea de recorte de la parte urbana de las secciones, las diferencias van, a modo de ejemplo, desde las diez secciones más pequeñas, con superficie inferior a las 10 ha, hasta las diez más extensas con dimensiones superiores a las 100 ha. La sección más pequeña es de 2 ha frente a la más extensa, recortada, de 450 ha. Aparte de esto, hay que tener en cuenta la irregularidad geométrica y que gran parte de estas secciones tiene entidades separadas, al representar espacios habitados distantes entre sí, aunque dentro de la misma sección censal.



Mapa II-2. Municipios, secciones censales (2014) y celdas con población residente (2014)

Fuentes: Elaboración propia

Por otro lado, la celda de 250 m de lado es una entidad generada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía siguiendo criterios de homogeneidad geométrica y superficial. Todas las celdas cuentan con la misma forma, son cuadradas, y las mismas dimensiones, 250 m de lado (6,25 ha). Forman parte de una capa única y guardan coherencia espacial con las capas generadas para España y Europa con dimensiones de 1 km de lado, partiendo de las directrices establecidas por Eurostat, siguiendo la Directiva Inspire de la Unión Europea. Dentro del ámbito de trabajo hay 24.310 celdas, de las cuales 1.412 cuentan con al menos un habitante, es decir el 5,8% de las celdas se encuentran pobladas. La distribución dentro de ellas es muy variada, yendo desde las 12 celdas que suman más de 1.000 habitantes (2.200 personas en la celda más poblada), hasta las 96 celdas que cuentan con menos de

cinco habitantes. Esta variabilidad en el número de personas, junto con la homogeneidad en las dimensiones de la celda, permite inferir una relación directa entre el número de habitantes y la densidad de población, que va desde los más de 30.000 hab/km² de las celdas que están más pobladas, hasta los menos de 80 hab/km² en las más despobladas. La distribución territorial tanto de los municipios, como de las secciones censales y de las celdas se puede consultar en el mapa II-2.

2. El territorio del Aljarafe

Se realiza aquí un completo análisis de las características generales del Aljarafe, centrándose en una serie de aspectos clave que ayudan a entender cómo es el territorio y la ocupación que se hace de este. Este análisis se realiza estudiando la evolución reciente del Aljarafe, el crecimiento de la población, la expansión del suelo urbano y las transformaciones que se han producido en el parcelario.

El territorio de estudio se circunscribe fundamentalmente al espacio ocupado por la meseta aljarafeña, aunque determinada parte del territorio sale de estos límites. La parte central, y principal, del Aljarafe es una pequeña elevación de algo más de 100 m sobre el nivel del mar entre los ríos Guadalquivir, al este, y Guadiamar, al oeste, aunque parte de este territorio queda al oeste de este río en su margen derecha. Ambos discurren de norte a sur y han sido ejes fundamentales en las comunicaciones de la comarca, fundamentalmente el primero de ellos, siendo muy destacables las relaciones de parte del territorio con Sevilla y su puerto fluvial. El Mapa de Paisajes de Andalucía clasifica el territorio del Aljarafe dentro de las campiñas alomadas, acolinadas y sobre cerro (Secretaría General de Ordenación del Territorio (SGOTU), 2014).

El Aljarafe es un territorio con presencia humana desde la edad del cobre y se puede destacar la presencia de los tartesios, los romanos y los musulmanes. Hay restos muy evidentes de ello en municipios como Valencina de la Concepción, Castilleja de Guzmán, el Carambolo en Camas, Itálica en Santiponce y restos de interés, tanto romanos como musulmanes, en los municipios de Aznalcázar, Castilleja del Campo, Olivares, Bollullos de la Mitación y Albaida del Aljarafe. El poblamiento tradicional del Aljarafe tiene un componente particular, que lo hace diferente, dentro del ámbito del poblamiento característico del valle del Guadalquivir, que es donde se encuentra, ya que frente al territorio de las campiñas de Sevilla, Córdoba y parte de Jaén, compuesto principalmente por ciudades medias, las antiguas agrocidades, distantes unas de

otras y con una fuerte concentración de la población dentro de éstas, la estructura poblacional del Aljarafe se caracteriza por su poblamiento polinuclear, heredero, en muchos casos, de las explotaciones agrícolas medievales.

El sistema urbano del Aljarafe está conformado tradicionalmente por un rosario de núcleos urbanos de dimensiones reducidas y muy cercanos unos de otros. Esta estructura se observa fundamentalmente en las zonas oriental y central donde los núcleos urbanos principales, cabeceras municipales, distan 2 o 3 km entre ellos, en muchos de los casos, y nunca superan los 5 km de distancia con el núcleo más cercano a cada uno de ellos. Este sistema de asentamientos se fue conformando en un largo proceso de evolución, que parte fundamentalmente de la estructura medieval en el período musulmán. En el Aljarafe destacan el relieve y el clima suave, la riqueza agrícola de su suelo y la red de infraestructuras de comunicación. Todo esto lo convierte en un espacio habitado con unas características propias. La actividad económica ha estado tradicionalmente vinculada a la agricultura con una estructura de la producción muy variada, combinando los tres cultivos tradicionales del entorno mediterráneo, el olivar y el cereal, y también la vid para su producción de vinos.

Con la ocupación cristiana del territorio el sistema de asentamientos urbanos se modifica en ciertos aspectos en una línea muy parecida a la de los cambios que se producen en el resto del valle del Guadalquivir. Se inicia un proceso de polarización urbana, desaparecen algunos núcleos, mientras que algunas alquerías pasan a convertirse en núcleos urbanos más importantes y terminan convirtiéndose en pueblos. Otras alquerías continúan como explotaciones agrícolas y otras muchas desaparecen. Sin embargo, a pesar de la intensidad de estos cambios, la herencia musulmana era tan fuerte que se mantuvieron como rasgos característicos de este territorio su denso poblamiento y la proximidad de los núcleos (Secretaría General de Ordenación del Territorio –SGOTU-, 2014).

Se termina con un proceso de evolución territorial muy característico del poblamiento tradicional andaluz, donde la población reside habitualmente en núcleos urbanos concentrados, aunque en líneas generales estos son de dimensiones más reducidas que los de su entorno cercano y con una distancias entre núcleos mucho más reducidas, como ya se ha comentado. Así, se puede establecer como uno de los principales rasgos identitarios del Aljarafe, y que las manifestaciones culturales han ido consolidando a partir del siglo XVI, la distribución dispersa del poblamiento. En el siglo XVIII, las fuentes literarias destacan la tradicional disposición de los pueblos, con un

parcelario radial que se organiza a partir de una plaza principal (Secretaría General de Ordenación del Territorio –SGOTU-, 2014).

Con esta estructura de poblamiento, es lógico que los términos municipales sean en líneas generales muy pequeños, fundamentalmente en la primera corona. Así, es significativo que seis municipios de los que conforman el territorio, siete si se incluye San Juan, se encuentran entre los 20 más pequeños de toda Andalucía, en competencia directa con municipios de montaña de las provincias orientales de Andalucía, lo que no deja de ser paradójico para un territorio perteneciente al valle del Guadalquivir, donde el poblamiento tradicional y su organización territorial plantea la existencia de municipios extensos con pocos núcleos urbanos y con una fuerte concentración demográfica. De este modo, como ya se ha comentado, los municipios de las zonas oriental y central, pero sobre todo los de la primera de ellas, cuentan con superficies municipales muy poco extensas con dimensiones que van, en casi todos los casos, de los 2 a los 25 km². Estas dimensiones tan reducidas facilitan en ocasiones la superación de los límites municipales en algunos de los procesos de crecimiento urbano y a veces el concepto municipio se “rompe”. Esto también explica que algunos municipios pequeños, de 2 a 5 km², cuenten con más del 80% de su territorio ocupado actualmente por suelo urbano, casos de Castilleja de la Cuesta, Gines o Tomares, y que otros algo más extensos, con 15 km² aproximadamente, cuenten con porcentajes en torno al 40 o el 50% de territorio ocupado por suelo urbano. Son los casos de Mairena y Bormujos. Estos cinco municipios se encuentran en el centro de la zona oriental.

Esta estructura de poblamiento y de ocupación del espacio se va modificando de forma paulatina, fundamentalmente a partir de mediados del siglo XX, con los procesos metropolitanos que han ido teniendo lugar, aunque aún hoy son visibles esos rasgos del modelo de poblamiento polinuclear.

2.1. Evolución reciente

El ámbito de trabajo, responde a la dinámica habitual que tiene lugar a nivel general en gran parte de las sociedades occidentales desde mediados del siglo XX, período en el que se producen fuertes transformaciones, que en muchos casos son mucho más intensas que las que se desarrollan en cualquier período anterior. Para estudiar desde el principio todo el proceso de reciente transformación del territorio, hay que empezar por analizar el escarpe oriental, junto al río Guadalquivir, que es el que lo separa de

Sevilla. Dos de estos municipios, San Juan de Aznalfarache y Camas, son los que inician la transformación reciente, pasado el ecuador del siglo XX. Son municipios que empiezan a transformarse con la llegada de los primeros habitantes que buscaban asentarse en Sevilla, pero que encontraban acomodo en estos núcleos urbanos, localizados a escasos 5 o 10 km de la capital. Son los primeros movimientos de carácter metropolitano, en una época en la que aún se utilizaba poco este término y se hablaba más de ciudad dormitorio, ya que el espacio era eminentemente residencial, y se acudía a él solamente para realizar la vida doméstica y para dormir. El empleo, el comercio y el ocio se encontraban casi exclusivamente en la ciudad central, Sevilla. Estos municipios, junto con el de Coria del Río, mantienen una fuerte evolución en la década de los años 60 y 70. Es la época de los fuertes desplazamientos de la población desde zonas eminentemente rurales a otras con cierta dinámica urbana, como ocurre en casi todo el territorio español. En el caso que se analiza aquí, la mayor parte de la población que se asienta en los municipios mencionados proceden de otras zonas de la provincia de Sevilla, tal y como lo describe García Martín: “la población no ha dejado de crecer con los años, y lo ha hecho de manera más intensa en las décadas más recientes, coincidiendo con el *boom* demográfico español, con el despoblamiento de los ámbitos rurales periféricos y con el desplazamiento del punto demográfico de gravedad desde los núcleos metropolitanos centrales hacia las coronas. Esta aceleración del crecimiento demográfico, en torno a las décadas de 1960-1970, coincide con la pérdida acusada de población en comarcas como la Sierra Norte de Sevilla, que ejemplifican bien el cambio de modelo socioeconómico en estas regiones serranas y de base agroforestal, que detentan desde entonces un rol marginal en el conjunto regional y nacional” (García Martín, 2014, p. 29).

Este fenómeno de la primera llegada de población residente se superpone con un proceso de establecimiento de segundas residencias, con población de Sevilla, en diversos municipios aljarafeños cercanos a la capital. Este fenómeno no es nuevo, pues se había producido tradicionalmente. El paisaje rural, la perceptible variación climática con respecto a la capital, donde los estíos son calurosos, lo había convertido siempre en un lugar con un gran atractivo como espacio para el ocio y donde poder seguir un ritmo de vida más relajado. Para los sevillanos es el espacio rural cercano más atractivo y es muy utilizado para el esparcimiento.

En estos años 60 y 70 este proceso se va acentuando, entre otras cosas porque empezaba a ser más frecuente la existencia del transporte privado y los 10 km de distancia a Sevilla eran cortos. Empieza a aparecer una forma de ocupar el territorio

que no se conocía hasta entonces en el Aljarafe, la urbanización de chalets exentos. Hasta esas fechas la segunda residencia era escasa y estaba relacionada con casas de campo tradicionales. Ahora una parcela rústica de 20 o 50 ha se urbaniza y se divide en parcelas de 500 a 1.000 m² para construir una vivienda con jardín y piscina. Este fenómeno se aprecia principalmente en municipios como Mairena del Aljarafe, Gines, Valencina de la Concepción y en menor medida en Tomares y Castilleja de la Cuesta. Todavía poca población pasó a ser residente. Es fundamentalmente segunda residencia y es una ocupación del territorio diferente a la descrita en San Juan y Camas, que está relacionada con la inmigración desde otras zonas de la provincia y de Andalucía y que conlleva una ocupación en residencias plurifamiliares, en edificios entre medianeras para población obrera.

El proceso va cambiando desde mediados de los años 70 y, sobre todo, principios de los 80. Sigue llegando población exterior a lo que hoy es el área metropolitana de Sevilla y sigue el fenómeno de establecimiento de segundas residencias. Pero a esto se une un proceso derivado del crecimiento urbano en las ciudades centrales, que no es exclusivo de Sevilla. La gran expansión urbana va ocupando el territorio en la capital con la construcción de un número muy significativo de viviendas. Éstas, a partir de los años 80, sufren, en diferentes momentos, un incremento muy importante de su precio, muy por encima de la inflación existente. Se repite en los años que rodean a la Exposición Universal de 1992 y se desborda a partir de los últimos años de la década de los 90 (Delgado Bujalance, 2006; García Martín, 2013 y 2014).

El precio de la vivienda en la ciudad central, la reducción proporcional de la oferta y la búsqueda de una vivienda con una tipología diferente a la que habían habitado con sus padres en los barrios de expansión de los años 60 y 70, modifica la situación conocida hasta entonces en Sevilla capital. En el proceso de abandono de la casa parental, la población que acaba de ingresar en el mercado laboral, ve con dificultad la búsqueda de vivienda en su entorno más habitual. En un fenómeno muy característico de la propiedad en España, la generación de los padres no cambia y siguen residiendo en la vivienda a la que llegaron en los años 60-70. El mercado se mueve poco en estos barrios, la vivienda es cara y se abre el mercado en el exterior de la capital. Así, junto a otros municipios como Alcalá de Guadaira, La Rinconada y Dos Hermanas (incluyendo Montequinto), el Aljarafe pasa a ser destino de población de Sevilla y su entorno, no ya solo como segunda residencia, sino también como vivienda principal. Es una población principalmente joven, que hace aumentar los padrones municipales con su llegada como población foránea, pero que por edad hace aumentar también las

tasas de natalidad, y por tanto la llegada, por nacimiento, de población que ya no será foránea, sino autóctona. Este proceso hace cambiar el paisanaje y también el paisaje. Ambos aspectos van de la mano. Con el tiempo, el proceso de crecimiento ha ido transformándose para convertirse en un fenómeno metropolitano.

La ciudad central sigue teniendo una importante fuerza de atracción en muchos sentidos: trabajo, ocio, comercio, pero el territorio aljarafeño ya no es desde hace tiempo un lugar solo de residencia, y el espacio cambia, no solo desde el punto de vista demográfico y paisajístico, sino también funcional. Y para entender esto hay que hablar también de los cambios en las infraestructuras viarias y en la movilidad cotidiana de la población. A lo largo de toda la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI el comportamiento de la sociedad ha ido cambiando, y uno de los aspectos en los que más se aprecia este cambio es en la movilidad, sobre todo la cotidiana, la movilidad diaria. Cuando los modos de transporte aún no se habían generalizado, la población trabajaba y realizaba sus compras cerca de su lugar de residencia, casi siempre dentro de su mismo municipio. Con la generalización del transporte público y, sobre todo, del transporte privado, ese espacio se agranda: la población ya no trabaja y compra sólo en su municipio, sino que acude a trabajar, a estudiar, a comprar, al cine, al teatro, etc., a cualquiera de los municipios del área urbana en la que reside. Ése es ahora su espacio de movilidad cotidiana. Es un “espacio de vida colectivo” con alta frecuencia de movimientos, y se define movilidad cotidiana como la movilidad de alta frecuencia en este espacio.

En definitiva, son los cambios en la movilidad los que hacen modificar el uso y la ocupación del territorio, y hay autores que utilizan el término de metápolis para describir aquellos fenómenos urbanos en los que los individuos, independientemente del núcleo urbano al que pertenecen, se relacionan con el territorio apoyándose en redes de transportes, que son visibles, y en medios de comunicación, que son invisibles. “En sentido estricto la metápolis se configura como un sistema polarizado de metrópolis globales conectadas por las redes de transporte de alta velocidad” (Delgado & García, 2009, p. 3). Dentro de una metápolis, se encuentran todos aquellos espacios que, aunque no formen parte de una ciudad o grupo de ciudades, participan de sus recursos, de su fuerza de trabajo y de su hábitat. Ayudan a desarrollar su funcionamiento cotidiano. Todo parte de que los ciudadanos “intentan controlar individualmente su ‘espacio-tiempo’ (...). Los medios de transporte individual expresan cada uno a su modo, esta exigencia creciente de autonomía y velocidad. Los objetos portátiles, y por encima de todo el teléfono móvil, hablan de esta búsqueda del

‘donde quiero, cuando quiero, como quiero’. (...) El desarrollo de los medios de transporte y de las telecomunicaciones plantea a cada individuo equivalencias y vínculos directos entre el espacio y el tiempo: las distancias ya no se traducen por duraciones fijas del desplazamiento, sino que cambian según el medio de transporte y de comunicación y según las horas; los ciudadanos eligen en mayor medida los lugares y los momentos de su actividad; también pueden elegir entre un cambio de lugar (desplazamiento) y un cambio de tiempo (desincronización)” (Ascher, 2004).

Efectivamente, este aluvión de población que se inicia en los años 70 y 80 y esos cambios en la movilidad conllevan fuertes transformaciones en el territorio. El espacio empieza a transformarse de una forma muy marcada y lo que lo define “no es tanto el cambio, sino un determinado tipo de cambio caracterizado por la rapidez con la que se produce. Se ha construido un nuevo paisaje con un ritmo tan vertiginoso que apenas puede seguirse analíticamente, pues tiende a transformar la imagen del territorio de un ámbito concreto en períodos cronológicamente tan cortos como para escapar a la capacidad de control de los planes específicos de ordenación del territorio, que a veces se han quedado obsoletos antes de la aprobación definitiva” (Delgado Bujalance, 2006, p. 163). Este proceso no solo es rápido, sino que también es largo en el tiempo y dura varias décadas, afectando no solo a la zona oriental, sino que se extiende también a la zona central y, en fechas más recientes, y con mucha menos intensidad, a las zonas occidental y norte. En estas dos últimas zonas el comportamiento metropolitano es mucho más débil, aunque no deja de tener su presencia.

De este modo, se puede comprobar cómo a partir de las imágenes aéreas de 1956 se puede identificar todavía el paisaje rural descrito anteriormente caracterizado por la actividad agrícola, combinada con los asentamientos humanos en los núcleos urbanos concentrados, aunque cercanos, y con una serie importante de edificaciones rurales. Estas imágenes coinciden en el tiempo con el momento de inicio de los procesos de transformación que tuvieron lugar en toda España dentro de las zonas más urbanas del país, “lo cual afectó a este ámbito acelerando sus ritmos evolutivos y acentuando la modificación de sistemas de vida, usos del suelo, medio físico y rasgos culturales, (...) la agricultura entró en crisis y en su lugar se incrementaron los componentes urbanos del paisaje” (Delgado Bujalance, 2006, p. 163).

Esto no es exclusivo del Aljarafe, evidentemente, sino que es similar a los procesos que tiene lugar en muchos otros territorios con fuerte transformación urbana. Así se

puede considerar que “muchos espacios tradicionales y de base rural han pasado a formar parte de grandes aglomeraciones urbanas, lo que ha supuesto una alteración física (fisonómica) y también un cambio en la manera de los habitantes locales de interpretar su medio (relacional). En el caso español, este crecimiento es extensible a todo el territorio, aunque se concentra con especial intensidad en torno a las grandes aglomeraciones urbanas y a lo largo del litoral español (...). Sobre el asiento de un espacio de tradición agrícola y un paisaje construido secularmente se ha desarrollado una serie de cambios y transformaciones intensas y aceleradas (...), que han dado lugar a la coincidencia simultánea de dos modelos de organización territorial (uno tradicional y otro metropolitano) al mismo tiempo y en un mismo espacio” (García Martín, 2014, pp. 26-27).

Por otro lado es evidente que este no es un fenómeno exclusivamente español o europeo, sino que tiene lugar en muchos otros lugares del mundo. Así, a título de ejemplo, cabe mencionar el caso que trata Isabel López para ilustrar el proceso que tiene lugar en la Región del Gran La Plata (Argentina): “Los procesos socio-territoriales contemporáneos contemplan nuevos fenómenos que exceden la escala de lo urbano. Heterogéneos y discontinuos, son entendidos como una fase posterior a la tradicional metrópolis. Tal es el caso de la Metápolis (Ascher, 2004), que tanto desde una morfología como sociología urbanas particulares, evidencia la naturaleza cambiante de la ciudad hoy, a escala de territorio. Conteniendo una o varias metrópolis, la estructura de la metápolis es la suma de ciudades existentes, que se transforman por procesos tales como densificaciones/des-densificaciones, adiciones, transformaciones, implosiones. Se construye y desarrolla por espacios y proyectos, que no necesariamente son contiguos al centro de la ciudad, sino que aparecen vinculando zonas en muchos casos vacantes. La discontinuidad de la metápolis se ve posibilitada y favorecida por los medios rápidos de transporte que comunican puntos, a lo que se suman las tecnologías de la información posibilitando una multiplicación de actividades que incluyen la esfera laboral” (López *et al.*, 2012, p. 4).

En gran medida, pasa en el Aljarafe algo parecido a lo que describe López en el párrafo anterior y centrando el análisis en el caso de esta comarca, los autores que han desarrollado los correspondientes estudios sobre la evolución urbana de este territorio en los últimos años detallan con profusión los fenómenos que han tenido lugar, fundamentalmente en la parte más cercana a Sevilla. Hacen referencia a cómo se ha ido produciendo el proceso de crecimiento y el desorden con el que ha evolucionado. Así, se puede destacar que “dentro de la primera corona de la

aglomeración sevillana, en el sector central de la cornisa del Aljarafe, se puede rastrear la recurrente supeditación de los agentes autóctonos a (...) impulsos foráneos. (...) En la cornisa se han ido sucediendo imágenes vinculadas paradójicamente por la permanencia de lo transitorio. En consecuencia, estas no pueden ser contempladas como manifestaciones de un paisaje terminado pues por su construcción espasmódica y dependiente de la coyuntura ha perdido un sentido cronológico. Los objetos se suceden, ocultando las raíces del pasado y opacando los vínculos temporales entre el pasado, el presente y el futuro” (Delgado & García, 2009, p. 10).

2.2. Crecimiento de la población

Una vez realizada esta revisión de la evolución del territorio como espacio de transformación metropolitana resulta de interés analizar el comportamiento de la población, que es en definitiva la protagonista principal del proceso de transformación. Se ha comentado cómo es el proceso de asentamiento de la población en los municipios del Aljarafe y del ámbito de trabajo de este estudio. Ahora se analiza el comportamiento de la población y su proceso de asentamiento en el territorio desde mediados del siglo XX y fundamentalmente a partir de 1970. Se ha cuantificado la población y se ha trabajado para este análisis con los datos de habitantes en los 29 municipios del área de trabajo y tomándose estos del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) elaborado por el IECA. Los datos provienen de los censos de población y vivienda de 1900, 1950, 1960, 1970, 1981, 1991, 2001 y 2011, así como del Padrón Municipal de Habitantes de 2013.

Analizada la evolución por zonas, el proceso es diferente en cada una de ellas, teniendo un comportamiento más metropolitano en las zonas oriental y central y menos influido por este fenómeno en las zonas occidental y norte (ver gráfico en la figura II-1). De esta forma el crecimiento mayor se produce en la zona oriental, que pasa de los 15.000 a los 172.000 habitantes en el período que va de 1900 a 2013. En ese mismo período la zona central pasa de 22.000 a algo más 80.000 personas y las zonas occidental y norte de 20.000 a 41.000. Es significativo que a mediados de siglo las tres zonas (tomando la occidental y norte como una sola) contaban con unos efectivos demográficos muy similares, de entre 28 y 29 mil habitantes cada una de ellas para el año 1950.

Desglosando la información por municipios se puede comprobar cómo es el proceso de evolución demográfica dentro de cada uno de estos territorios con comportamientos

muy diversos, en gran medida derivados de las distintas políticas urbanísticas llevadas a cabo por los respectivos ayuntamientos. Es diferente la evolución dentro de los municipios, con marcadas pautas territoriales en función de la zona en la que se encuentran. Destacan casos como los de Mairena del Aljarafe, Tomares y Bormujos que en 1970 contaban cada uno de ellos con unos 3.800 habitantes y que pasan en 2013 a 43.000, 24.000 y 21.000, respectivamente (ver figura II-2).

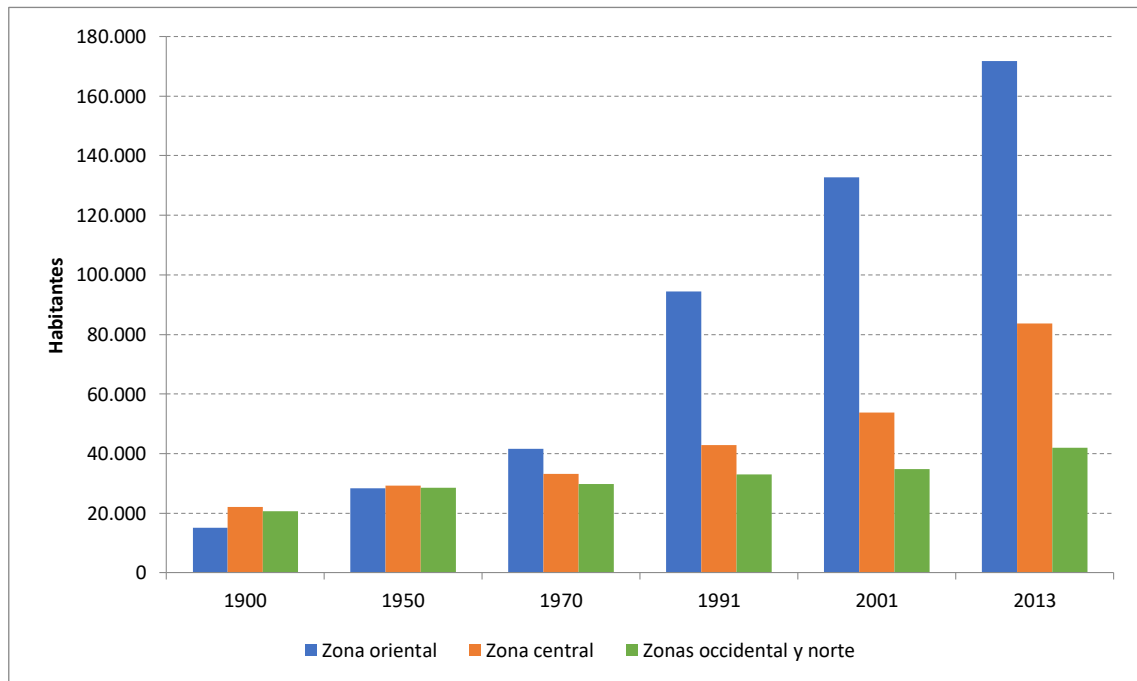


Figura II-1. Evolución de la población por zonas entre 1900 y 2013

Fuentes: Elaboración propia. Datos de los Censos de Población y Vivienda, tomados del IECA

Para poder realizar un análisis más en profundidad de la evolución de la población se ha calculado la tasa de crecimiento anual acumulado para cada uno de los municipios y para cada una de las zonas. Esta tasa, que ya se ha utilizado en el capítulo I para analizar los consumos de agua en España y en los municipios del Aljarafe, permite explicar en términos anuales la variación relativa que ha experimentado una magnitud a lo largo de un período no necesariamente anual. Para ello, se subdivide el período en intervalos anuales en los que la variación relativa de la magnitud permanece constante. La tasa de crecimiento anual acumulado (TCAC) se ha calculado según la siguiente fórmula:

$$TCAC = \left[\left(\frac{f}{s} \right)^{1/y} - 1 \right] * 1.000$$

donde f es el valor final, s el valor inicial e y es el número de años. Esta tasa puede calcularse en porcentajes, pero en este caso se ha utilizado el tanto por mil, como es habitual en estudios de evolución de la población, pues ayuda a dimensionar y entender mejor los datos. Se tiene en cuenta el valor de cada año de inicio, la población inicial, así el crecimiento es siempre relativo al tamaño de la población al empezar cada nuevo período analizado. La TCAC mide la variación de una magnitud en el tiempo teniendo en cuenta la distancia temporal que existe entre el valor inicial y el final, lo que hace que no se ve distorsionada por la variabilidad de los años que separan los valores analizados. Se habla de crecimiento geométrico, frente a crecimiento aritmético

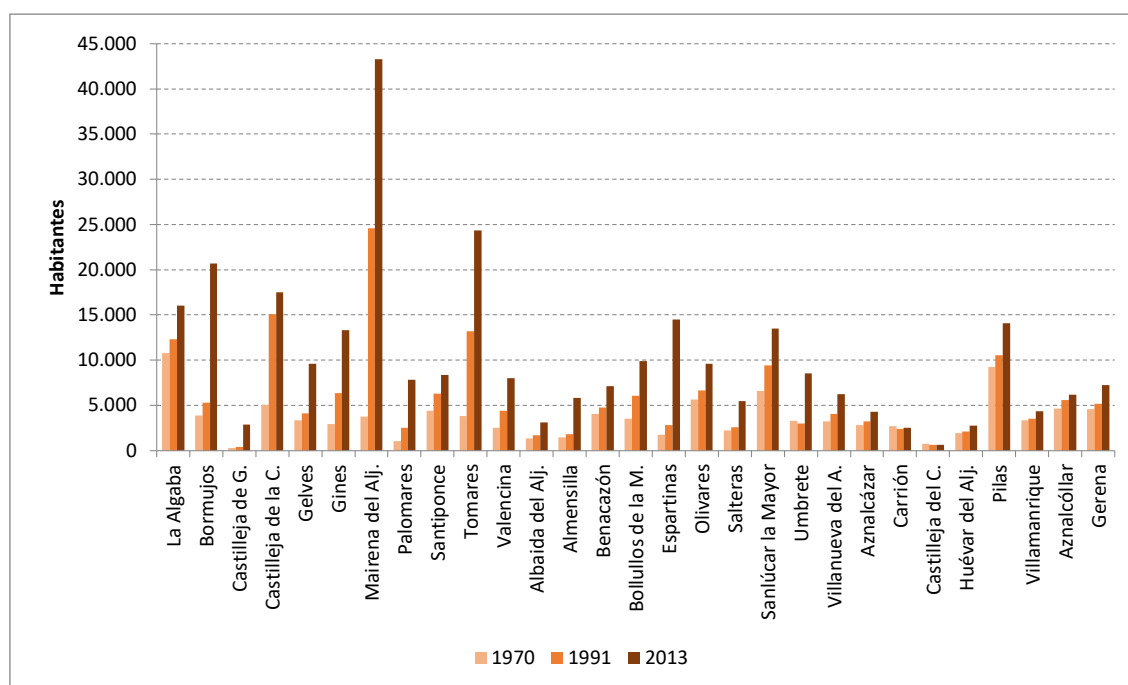


Figura II-2. Evolución de la población por municipios entre 1970 y 2013

Fuentes: Elaboración propia. Datos de los Censos de Población y Vivienda, tomados del IECA

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se puede observar cuál ha sido la dinámica de evolución demográfica en el territorio de estudio. El crecimiento para los municipios de la zona oriental supone una media de un 29% desde 1950 a 2013, mientras que para la zona central es de casi el 17%, ambos con fuerte comportamiento metropolitano, y en las zonas occidental y norte el proceso es mucho más estable, con solo un 6%. Dividido este período en otros períodos más cortos (ver

figura II-3) se observa que el crecimiento más fuerte se produce en la primera corona metropolitana, sobre todo en los años 70 y 80, con un crecimiento anual cercano al 40‰, que disminuye en las décadas siguientes, con un 35‰ en la última década del siglo XX y del 22‰ desde 2001 a 2013. Esta tendencia es inversa a la que tiene lugar en la zona central, donde la tasa de crecimiento aumenta en los períodos analizados, siendo del 12‰ entre 1970 y 1990, del 23‰ entre 1991 y 2000 y del 38‰ en los años posteriores al cambio de siglo. En todos los casos estos datos son altos, superiores o muy superiores a los de la media andaluza o provincial, que se encuentran por debajo del 10‰. Como referencia se pueden destacar también los datos de Sevilla capital, que mientras que entre 1950 y 1991 crece a razón de un 15‰, este dato cae al 1‰ a partir de 1991, rondando el cero y los valores negativos en algunos casos. Esta situación coincide en el tiempo con los fuertes crecimientos registrados en las zonas oriental y central. En las zonas occidental y norte el proceso de crecimiento es menos acusado y más parecido a los de Andalucía y la media provincial de Sevilla, con valores que rondan el 5‰, salvo en los años posteriores a 2001 en los que se produce una subida significativa llegando a una tasa superior al 15‰. Todo esto ilustra el fuerte crecimiento demográfico que ha tenido lugar en el ámbito de trabajo, totalmente vinculado a los procesos de expansión que han tenido lugar desde mediados del siglo XX en muchos territorios metropolitanos y en el de Sevilla entre ellos.

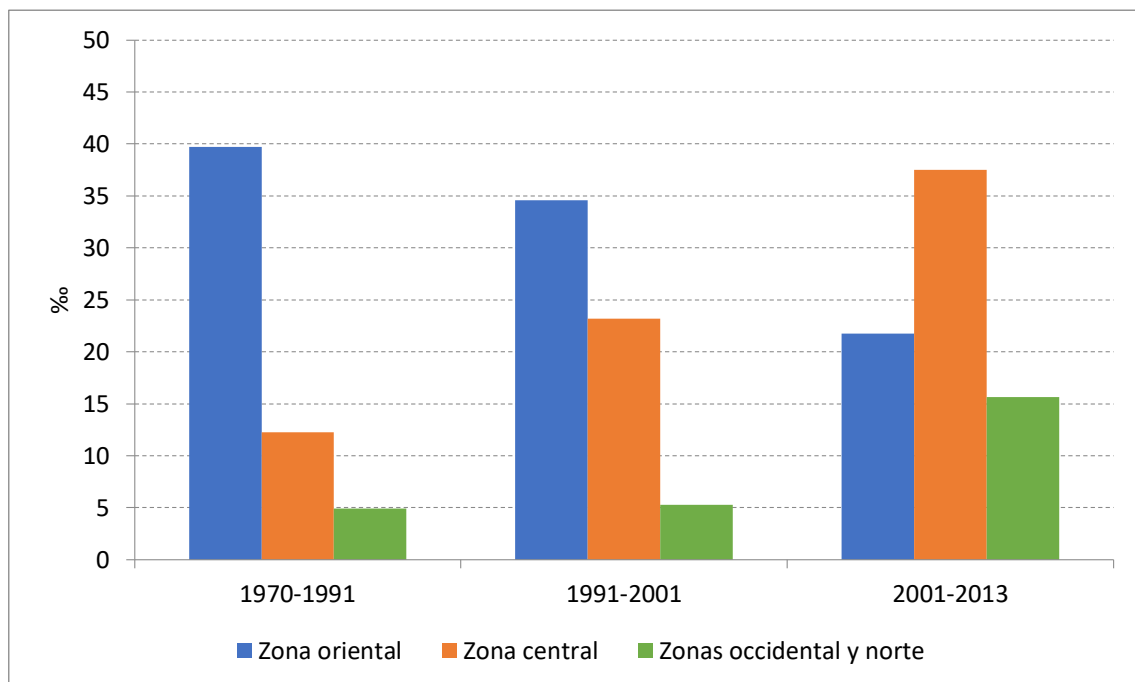


Figura II-3. Tasa de crecimiento anual acumulado por zonas entre 1950 y 2013

Fuentes: Elaboración propia. Datos de los Censos de Población y Vivienda, tomados del IECA

Por otro lado, analizando los datos a nivel municipal (ver figura II-4), se puede observar que, como se ha comentado, el crecimiento tiene lugar a partir de 1950, pero éste se acentúa de una forma clara a partir de 1970, destacando tres municipios que se encuentran en la cornisa oriental del Aljarafe. Son los casos de Mairena del Aljarafe, con una tasa de casi el 94% entre 1970 y 1991, y Tomares y Castilleja de la Cuesta, por encima del 60 y del 50%, respectivamente. En menor medida son también destacables los casos de Palomares del Río y Gines, que rondan tasas del 40%. Estos municipios toman el relevo de otros localizados en el mismo espacio del escarpe del Aljarafe, Camas y San Juan de Aznalfarache, que habían tenido un fuerte crecimiento en los años 50 y 60. Estos dos últimos municipios cortan su crecimiento, con tasas negativas en algún período, en gran medida por colmatación de sus términos municipales, que cuentan con dimensiones reducidas.

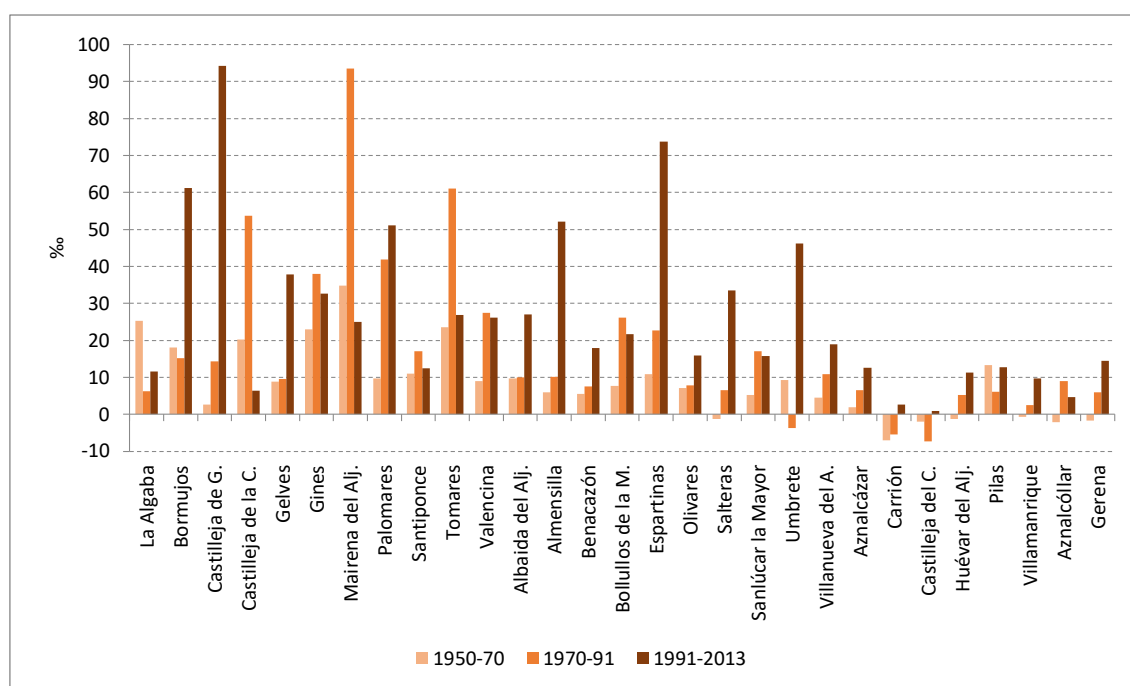


Figura II-4. Tasa de crecimiento anual acumulado por municipios entre 1950 y 2013

Fuentes: Elaboración propia. Datos de los Censos de Población y Vivienda, tomados del IECA

Estos tres municipios (Castilleja, Tomares y Mairena) ven aminorados sus procesos de crecimiento en años posteriores. Sigue aumentando su población, pero a un ritmo menor. Entre 1991 y 2001 los municipios de Gines, Gelves, Valencina de la Concepción y Palomares crecen de una forma más acentuada, con tasas que rondan valores del 40 y el 50%, superándolo en algún caso. Pero los casos más llamativos, dentro de este período, se encuentran en Bormujos con un crecimiento del 85% y,

sobre todo, en Castilleja de Guzmán, con un crecimiento anual del 180‰. Es necesario detenerse en el caso de Castilleja, un pequeño municipio de solo 2 km² y con una evolución de la población muy estable hasta 1981; a veces por encima de los 200 habitantes y otras por debajo. En 1991 tiene un leve crecimiento, llegando a los 360 habitantes de población total, que en 2001 pasan a ser 1.800 y llega a los 2.800 en 2011.

Analizando el período más reciente, los municipios de la zona oriental que más crecen entre 2001 y 2013 son Palomares y Bormujos, con 64 y 47‰, respectivamente. El resto de los municipios sigue creciendo a un ritmo alto, pero son procesos menos acentuados que los que se producían en años anteriores. Todo esto explica un orden territorial en el crecimiento demográfico de los municipios en las distintas fases temporales del proceso. Unos empiezan creciendo y otros se mantienen más estables. Cuando la curva de crecimiento de los primeros llega a cierto punto de inflexión, para aminorar su tendencia ascendente, son otros municipios vecinos los que aceleran su proceso de crecimiento. No se debe olvidar que se trata de un poblamiento tradicionalmente apoyado en municipios muy poco extensos con núcleos de población pequeños y muy cercanos unos de otros, a distancias de 2 a 5 km entre los núcleos urbanos principales, sobre todo en esta zona oriental, correspondiente a la primera corona metropolitana. En cierto modo, no es que cambien los municipios en su proceso de crecimiento poblacional con el paso del tiempo, sino que la propia dinámica de crecimiento metropolitano obliga a ocupar más espacio y este a veces sobrepasa los límites municipales. Se puede observar que el crecimiento se ha ido comportando como la mancha de aceite que se desplaza desde los territorios más cercanos a Sevilla a los más alejados de la capital.

En la zona central, el crecimiento de la población es muy lento en la primera parte del periodo analizado, casi inexistente en los años anteriores a 1970, donde ninguno de los municipios supera la tasa del 10‰. Entre 1970 y 1991, fecha de la primera explosión dentro de la primera corona, hay ciertos movimientos de crecimiento en la zona central, donde destacan solo los municipios de Espartinas, Bollullos de la Mitación y, en menor medida, Sanlúcar la Mayor. Pero lo hacen de una forma aún muy tímida, en valores que rondan el 20‰. A partir de 1991 empieza un proceso de crecimiento más acusado en el que destacan los municipios de Espartinas, con valores que se encuentran entre el 70 y el 80‰, Almensilla, por encima del 60 y Umbrete, con valores por encima del 50‰ de crecimiento anual. En el último período, el posterior a 2001, el proceso se ralentiza, aunque no de forma acusada y destaca el

fuerte crecimiento de municipios como Espartinas, Almensilla, Bollullos, Salteras, Umbrete y Albaida del Aljarafe.

En el caso de las zonas occidental y norte, el crecimiento es muy débil y poco influido por el movimiento metropolitano. En pocos casos se dan datos por encima del 10‰, ninguno de ellos, salvo Pilas, antes de 1970. En este período seis de los ocho municipios tienen un crecimiento anual negativo, que en el caso de Carrión de los Céspedes y Castilleja del Campo se mantiene en el período 1970–91. En este período el resto de los municipios se mantiene en datos de crecimiento bajos, rondando el 5‰. Estos datos observan un leve incremento en los años posteriores a 1991, cuando Aznalcázar, Villamanrique, Pilas, Huévar del Aljarafe y Gerena superan el 10‰, siendo significativos los datos desglosados, puesto que marcan la tendencia de que estos municipios crecen en valores por encima del 15‰ o, incluso en algún caso, por encima del 20‰ en los años posteriores al año 2000. Son datos significativos, pero que globalmente están lejos de los que se pueden observar en las zonas oriental y central.

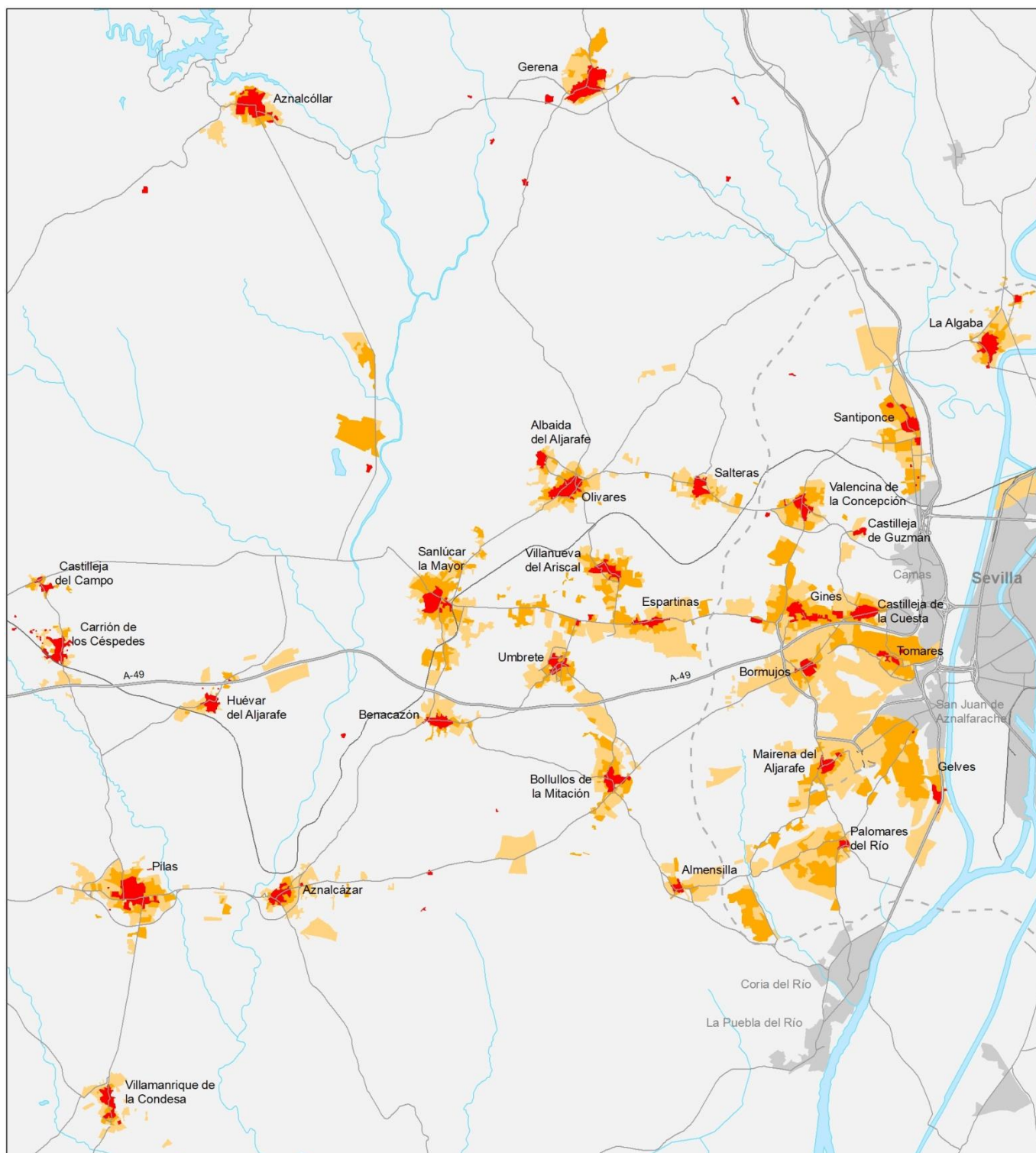
2.3. Expansión del suelo urbano

Junto con el crecimiento de la población dentro del territorio, se produce también el lógico crecimiento del suelo ocupado por el uso residencial, al que se une el utilizado para las actividades económicas distintas a las relacionadas con la agricultura y la ganadería. Es el crecimiento de lo urbano frente a lo rural. El crecimiento de la ciudad, del área metropolitana o de la metápolis, tal y como se comentaba anteriormente. Para analizar cómo ha evolucionado la transformación del territorio desde este punto de vista se han utilizado dos fuentes de información que son muy útiles para conocer estos aspectos. La primera de ellas es la de las ortofotografías aéreas de vuelos realizados en diferentes fechas: 1956, 1984-85 y 2011-13. Estas coinciden con distintos hitos temporales de interés para el análisis. La primera de ellas se corresponde con los inicios del periodo de expansión demográfica a partir de la mitad del siglo XX, la segunda con los años 80 cuando se ha producido ya la primera gran expansión antes del período pre Expo y del gran boom inmobiliario de los años 90 y principios del siglo XXI. Y la tercera fecha es la del vuelo más reciente y ha servido para conocer la situación actual. Las características de estos vuelos y de estas ortofotografías se detallan en el apartado 4 del capítulo III.

Con estas fuentes de información se han realizado operaciones de fotointerpretación para trazar los contornos de los núcleos urbanos en los tres períodos tomados como

referencia. Esta información se ha complementado con la segunda fuente de datos, los Mapas de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía a escala 1:25.000 de los años 1956, 1984 y 2007, elaborados por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía e integrado dentro de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). De la información que se puede obtener de estas capas se ha trabajado con la información de zonas alteradas, de la que se ha excluido la referente a las zonas extractivas.

Una vez que se han realizado estas tareas de interpretación de la presencia del suelo urbano en cada una de las fechas de referencia, se ha podido conocer la evolución del territorio urbanizado dentro de todo el espacio de estudio y ésta queda reflejada en el mapa II-3. El primer dato relevante es el de la superficie total de suelo ocupado por las actividades de carácter urbano. Así, en 1956 ésta es de 827 ha, pasando a ser de algo más de 3.200 en 1985 y de 7.600 ha en 2013. Este incremento supone que la superficie se multiplica por algo más de nueve en el intervalo de los 57 años analizados, con un crecimiento anual acumulado de casi el 40%. Si se comparan estos datos con los relativos a la población en este mismo período, se puede observar cómo estos son significativamente menores, pues entre 1950 y 2013 la población crece multiplicándose por algo más de tres y el crecimiento anual acumulado no llega al 20%. Esta diferencia en los datos se explica porque, por un lado el suelo urbano de referencia no es solo residencial, sino que incluye también suelos dedicados a otras actividades, de carácter industrial, comercial, deportivo o de ocio, aunque hay que dejar constancia de que la mayoría del suelo urbanizado es de uso residencial, como se podrá analizar más adelante.



Evolución del suelo urbano



Evolución del suelo urbano
Años 1956 - 2013



Mapa II-3. Evolución del suelo urbano

Elaboración propia

Pero por otro lado, esta diferencia en el crecimiento del suelo urbano, significativamente mayor que el crecimiento demográfico, se explica también por el hecho de que se modifica de una forma sustancial el tipo de ocupación que se lleva a cabo en el territorio. Así, en los años 50 el poblamiento está concentrado en los núcleos urbanos principales, de estructura compacta con viviendas predominantemente unifamiliares y construidas entre medianeras. Estos núcleos son pequeños y se combinan con cierta dispersión de la población más pegada a la actividad agrícola, que reside habitualmente en alquerías, haciendas y otros tipos de explotaciones agrarias. A partir de los años siguientes y fundamentalmente a partir de los 70, este poblamiento va derivando a otro de carácter más extensivo, con el desarrollo de un número significativo de urbanizaciones, que pueden estar unidas a los núcleos urbanos tradicionales, como ampliación de éstos, o bien separadas de ellos, en un poblamiento que se va tornando en más disperso. En ambos casos la necesidad de metros cuadrados de suelo urbanizado por cada vivienda aumenta. Es una utilización del suelo mucho más extensiva. Los usos están más segregados y requiere, por otro lado, una utilización del vehículo privado mucho más intensa.

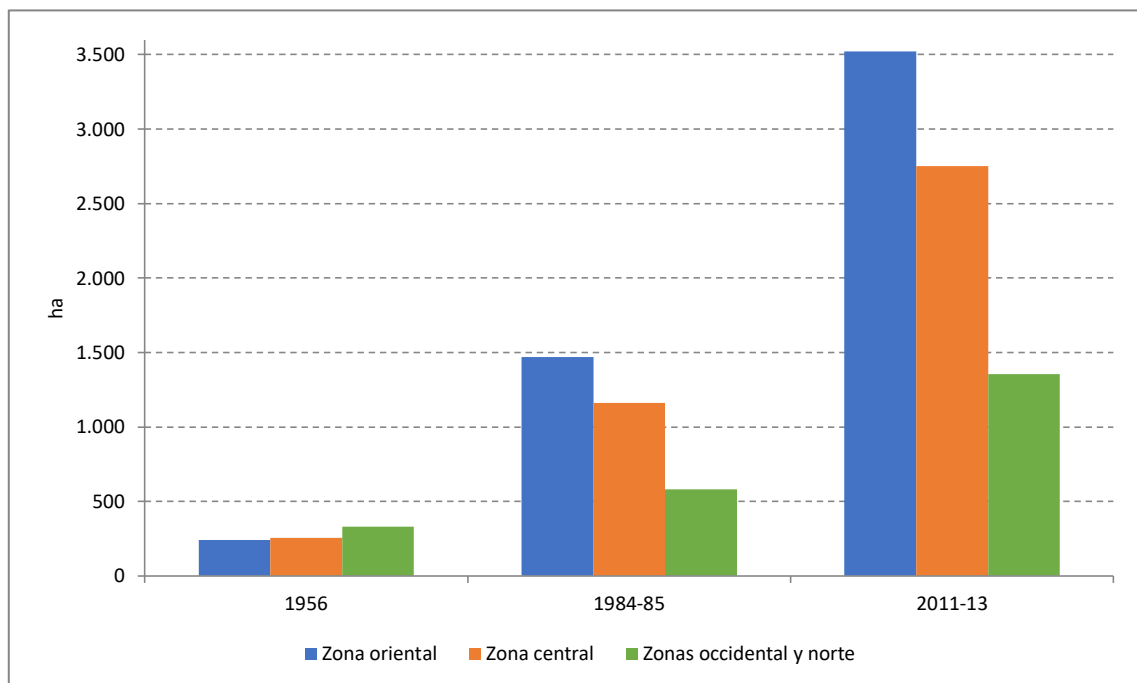


Figura II-5. Evolución de la superficie de suelo urbano por zonas entre 1956 y 2013

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados de ortofotografías (IECA) y Mapas de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía (REDIAM)

Este incremento, al igual que el de la población, se lleva a cabo de forma desigual dentro del territorio. En 1956 el suelo urbano en las tres zonas de análisis cuenta con

unas dimensiones similares, rondando en todos los casos las 250 o 300 ha para cada una de ellas, pasando a ser en 2013 de 3.400, en la zona oriental, 2.800 en la central y 1.400 en las zonas occidental y norte (ver figura II-5). Esto supone incrementos anuales del 48‰ en la primera zona frente al 26‰ de la zona con menor crecimiento. Por municipios destacan los casos de Mairena del Aljarafe, Tomares, Palomares, que en el período que va de 1956 a 1985, cuentan con un crecimiento superior al 100‰ en los tres casos, que son datos muy elevados. En la zona central, destacan igualmente Almensilla, con más del 90‰ y Espartinas y Sanlúcar, que rondan el 75‰ (ver figura II-6).

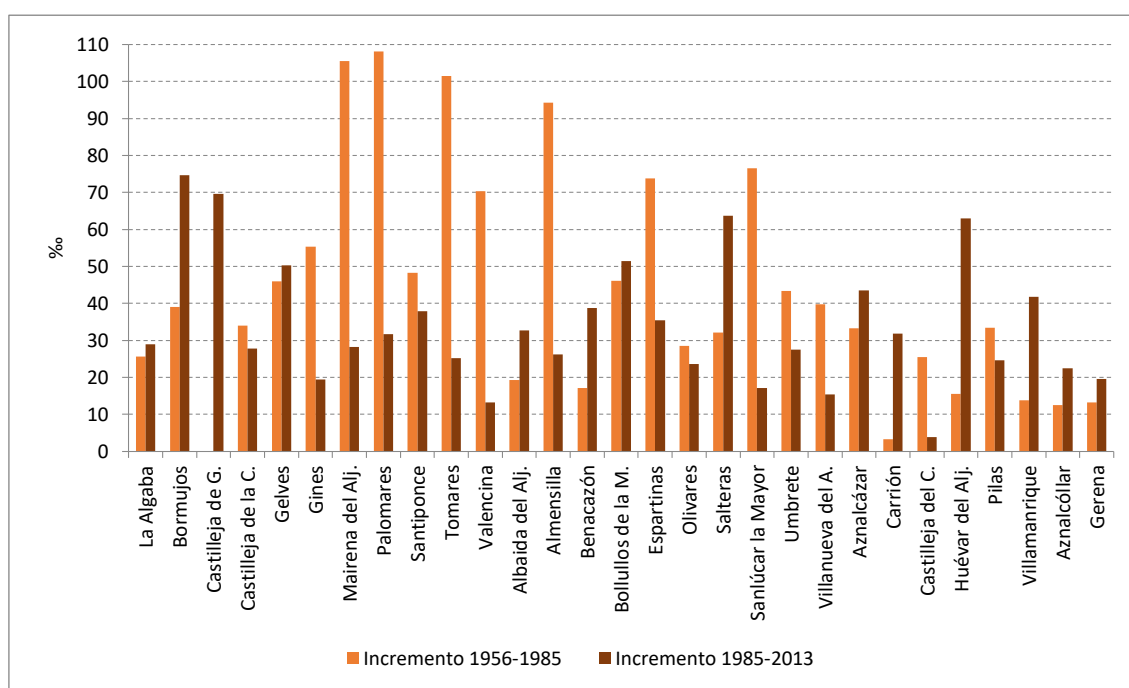


Figura II-6. Incremento de la superficie de suelo urbano por municipios entre 1956 y 2013

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados de ortofotografías(IECA) y Mapas de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía (REDIAM)

Se trata generalmente de promociones inmobiliarias de urbanizaciones con parcela privada de viviendas unifamiliares exentas, o bien de viviendas adosadas, también con patios o zonas ajardinadas. Estas se combinan con algunas zonas de viviendas plurifamiliares fundamentalmente en Castilleja de la Cuesta, Tomares o Mairena. Estas urbanizaciones pueden tener unas dimensiones que van desde las 50 a las 100 ha, y se transforma suelo rústico en urbano. En otros casos, estos fuertes crecimientos vienen dados por la urbanización de forma irregular, fuera de planeamiento, de espacios muy extensos que llegan en algunos casos, como en Almensilla o en Sanlúcar, a alcanzar las 100 ha (una sola urbanización).

Gran parte de estas zonas se encuentran a mediados de los años 80 en fase de transformación. Aún no es suelo urbano consolidado. Ha dejado ya de ser suelo con uso agrícola, se ha urbanizado o está en fase de urbanización, pero quedan aún procesos importantes para culminar la transformación en suelo urbano. Destacan zonas amplias en fase de transformación en los municipios de Tomares, Mairena, Gines y Espartinas. El destino inicial de estas viviendas se combinó entre el de vivienda principal y el de segunda residencia para población procedente de Sevilla capital, puesto que ya empieza a tomar fuerza el traslado de población residente hacia estos municipios. Con el tiempo, gran parte de todas estas urbanizaciones, que inicialmente tenían un destino de segunda residencia, han ido derivando hacia el uso como vivienda principal. Este proceso se consolida a partir de la extensión del transporte privado y el desarrollo de las infraestructuras de comunicación, tal y como se ha descrito anteriormente dentro de este capítulo.

En este crecimiento empiezan a aparecer también las nuevas áreas destinadas a actividades económicas, que inicialmente se localizan en la zona oriental, aunque tendrá un mayor desarrollo en el segundo período, extendiéndose posteriormente a todo el territorio y fundamentalmente a las zonas cercanas a las vías rápidas de comunicación, entre las que destacan la A-49, la SE-30, la N-630 y la A-8057.

En el segundo período de análisis, el que va desde la mitad de la década de los 80 hasta 2013, la expansión del territorio urbanizado sigue creciendo de forma acusada, aunque las proporciones de su crecimiento son menores que en el caso anterior. Hay que tener en cuenta que en este análisis se está contabilizando el número de hectáreas de suelo urbanizado y que gran parte de éste se transforma en una fase inicial, aunque no queda ocupado por construcciones de inmuebles residenciales o de otros usos, hasta fases posteriores. Si se analiza este crecimiento por zonas, se pueden observar unos valores muy similares, ligeramente por encima del 30%, en las tres zonas. La zona oriental cuenta con un proceso de ralentización de transformación del suelo, pero continúa ocupando el suelo previamente transformado y que años atrás dejó de ser rústico. En la zona central se combina la expansión del suelo urbanizado con el de la construcción dentro de este suelo.

De este modo se observa un relevo que se produce en el proceso de crecimiento del suelo urbano. Aunque los municipios que más crecen en los primeros años, aún lo siguen haciendo (Mairena, por ejemplo, pasa de 363 ha en 1985 a 787 en 2013), los que cuentan con un crecimiento más alto en este período son los municipios de

Bormujos y Castilleja de Guzmán en la zona oriental, Bollullos de la Mitación en la zona central y Huévar del Aljarafe en la zona occidental. Todos ellos con valores por encima del 50%. En algunos de estos casos, como el de Bormujos, y fundamentalmente Bollullos y Huévar, aparte del crecimiento de suelo residencial, existe una fuerte ocupación del suelo para usos productivos en zonas cercanas a vías rápidas de comunicación, donde destacan en los dos últimos casos el eje de la autopista A-49.

2.4. Transformaciones en el parcelario

Independientemente de lo que se ha analizado hasta ahora, es interesante estudiar también la evolución concreta de los bienes inmuebles construidos dentro del territorio. No es solo observar cuánto suelo se ha modificado, pasando de rústico a urbano. Es interesante analizar también cuánto y qué se ha construido sobre ese suelo modificado. Ya se ha comentado que el objetivo principal de las alteraciones del suelo es el de aumentar la oferta de suelo construido o susceptible de que se construya sobre él. Los datos procedentes del catastro permiten obtener información sobre los bienes inmuebles que existen en el espacio de trabajo, así como algunas de sus características, tales como la fecha de construcción o reforma, el uso o la superficie de cada uno de ellos.

En el apartado 3 del capítulo III se explican con detalle las características de la información catastral y cómo está organizada, pero es conveniente adelantar que en este caso se ha partido de la información de la fecha de inicio o finalización de la construcción de los bienes inmuebles. Con ello se consigue estudiar el proceso de crecimiento del territorio desde el punto de vista urbanístico y sobre todo de la modificación del espacio construido. Este dato hace referencia a la construcción o reforma de un bien inmueble y por reforma de un inmueble se entiende que se parte de uno existente al que se le realizan determinadas modificaciones constructivas lo suficientemente importantes como para reflejar dicha reforma en la información catastral. La fecha que figura es esta, la de la reforma, y no queda constancia de las características del inmueble antes de su reforma ni de la fecha en la que fue construido. En el caso de la construcción, la situación es algo más confusa, puesto que se parte, en principio, de dos situaciones diferentes. Una de ellas es que en una parcela se construye un edificio, con sus correspondientes bienes inmuebles, sobre un suelo urbanizado pero no construido previamente. El segundo caso es el de la construcción de un edificio en una parcela en la que previamente existían bienes

inmuebles, que se han derribado en su totalidad para construir edificios nuevos en los que se ha podido cambiar el uso de éstos o solamente las características de los inmuebles.

El hecho de que no se conozca con exactitud la situación previa de los posibles inmuebles existentes, no permite realizar tareas de evolución de los inmuebles construidos, como se ha hecho con la población y con el suelo urbano. Pero sí es muy útil para conocer los procesos de construcción inmobiliaria en los distintos períodos con los que se está trabajando en esta tesis doctoral. Esta información permite establecer las diferencias en distintos procesos, tanto en los distintos municipios, como en las distintas zonas en las que se ha dividido el ámbito de trabajo.

De este modo, el primer paso ha sido, tomando la información de catastro, analizar el número de viviendas que existen dentro del ámbito de trabajo y el período temporal en el que han sido construidas o reformadas. El primer dato hace referencia a que actualmente se contabilizan un total de algo más de 125.000 viviendas en los 29 municipios del ámbito de trabajo, de las que 47.800 (38% del total) tienen una fecha de construcción o reforma posterior al año 2000 y 26.600 pertenecen a la última década del siglo XX, lo que significa que algo más del 60% de las viviendas han sido construidas o reformadas durante el último gran boom inmobiliario. Algo más de un cuarto de las viviendas tiene fecha del período del primer gran crecimiento entre los años 1970 y 90. El resto, alrededor del 13%, es anterior a 1970 y no se ha ejecutado en ellas posteriormente ninguna reforma de envergadura.

Dentro del territorio, el reparto de las viviendas no es homogéneo y lógicamente sigue pautas muy parecidas a las analizadas en los apartados anteriores, aunque con algunas diferencias destacables. En las tres zonas de análisis se parte de una presencia muy similar de viviendas con fecha de construcción o reforma anterior a 1970, con cifras que rondan las 5.000 viviendas. A partir de esta fecha destaca fundamentalmente la zona oriental con un número de viviendas que ronda las 20.000 en cada uno de los tres períodos posteriores, lo que suma en la actualidad un total de 70.000. En las otras zonas la construcción cuenta con unas cifras más modestas, aunque destaca la zona central con un fuerte proceso de construcción en los primeros años del siglo XXI, con 16.500 viviendas. En este período es también destacable la construcción en las zonas occidental y norte, aunque con cifras mucho más modestas que las que se pueden observar en las otras zonas (ver figura II-7).

Dentro de estas zonas, los municipios con un mayor número de viviendas son Mairena, Tomares, Castilleja de la Cuesta, Bormujos y La Algaba en la zona oriental, Espartinas y Sanlúcar en la central y Pilas en la occidental. Todos ellos con más de 6.000 viviendas construidas, aunque destacan Mairena, con más de 18.000, y Tomares, con algo más de 9.000. Los períodos en los que se han construido estas viviendas de una forma más intensa son los que van de 1970 a 1990, y los de los años posteriores al año 2000. En el primer caso se encuentran Mairena, Tomares y Castilleja de la Cuesta, con más de 3.000 viviendas en los tres municipios (en Mairena se construyen más de 6.600), lo que supone casi el 25, el 40 y el 60%, respectivamente. Castilleja ralentiza la construcción de viviendas en los años posteriores, mientras que Mairena y Tomares permanecen en ritmos similares, aunque algo menores. En el segundo caso, los años posteriores al cambio de siglo, destacan los casos de Bormujos, con 4.700 viviendas, y Palomares, en la zona oriental, y Espartinas y Bollullos en la central. Esto supone en los dos primeros municipios un 54% del total de viviendas y unas cifras que rondan el 60% en los dos segundos. En menor medida son destacables también los casos de Pilas, Gerena y Umbrete. En este último caso las viviendas construidas o reformadas después de 2000 superan las 1.700, lo que supone casi el 50% del total de las viviendas del municipio.

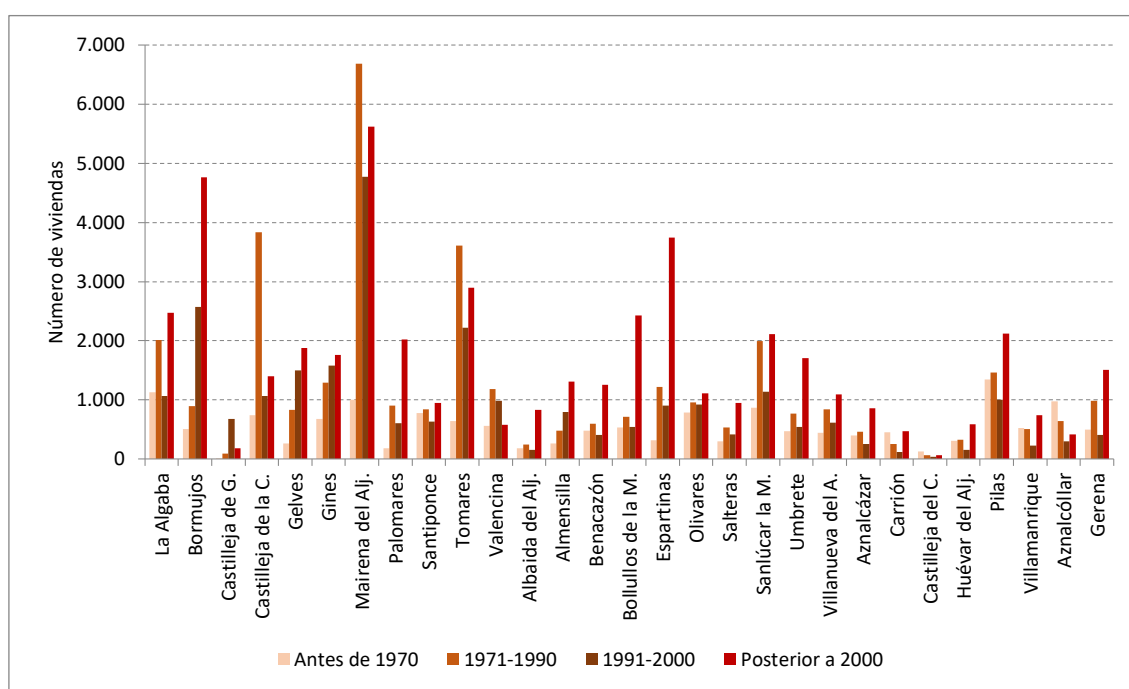


Figura II-7. Viviendas según fecha de construcción o reforma por municipios

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro

Siguiendo con esta línea de análisis, ya se ha comentado que el proceso de crecimiento urbano dentro del territorio es eminentemente residencial, pero que también tiene cierta repercusión en el crecimiento de espacios con otro tipo de usos. Por ello, se ha considerado oportuno analizar también la evolución que ha tenido el suelo ocupado para otros usos. En este caso no se ha considerado la cuantificación de los bienes inmuebles, sino que se ha tomado la información de la superficie construida, puesto que en líneas generales determinados usos requieren unas dimensiones muy diferentes a las que son necesarias para las viviendas. Es por esto que se ha considerado que si se tomara como unidad el bien inmueble podría llevar a conclusiones engañosas por la falta de comparabilidad.

Se han tenido en cuenta para este análisis, aparte del residencial, los usos industrial, deportivo, educativo y de servicios (comercio, ocio, hostelería y oficinas). La comparativa se ha realizado entre las viviendas y el resto de los usos, agrupados todos ellos, para realizar los cálculos globales de superficie construida. Partiendo de estas consideraciones, los primeros datos que permiten dimensionar el territorio desde este punto de vista es que en la actualidad, según la información catastral, hay 19,5 millones de m² en inmuebles de uso residencial, frente a los 6,8 millones de los otros usos que se han contemplado, lo que supone el 69 y el 24% sobre el total, respectivamente. En este caso la presencia tampoco es homogénea dentro del territorio (ver figura II-8). Los inmuebles construidos antes de 1970 sí tienen datos similares, tanto en el caso de las viviendas, con alrededor de 800.000 m² en cada una de las tres zonas de análisis, como en el de los otros usos con valores que van de los 160.000 m² para las zonas occidental y norte, a los casi 300.000 de la zona central. Estos datos tienen un fuerte incremento en lo referente a los inmuebles fechados entre 1971 y 1990, principalmente en las viviendas de las zonas oriental y central, con más de tres millones y más de un millón y medio de metros cuadrados construidos respectivamente, así como en el resto de usos en la zona oriental, donde se supera el millón de metros cuadrados. Los inmuebles residenciales con fechas posteriores a 1990 tienen unos datos muy altos en la última década del siglo XX, con casi 2,8 millones de m² y en la primera del siglo XXI con algo más de 3,5 millones de m². El resto de los usos tiene una amplia presencia en la zona oriental, suponiendo un 53% del total de la superficie de los inmuebles con usos distintos al residencial. De estos, una parte muy substancial, un millón y medio de metros cuadrados, tiene fecha en alguno de los años del siglo XXI.

En la zona central destacan los más de 2,5 millones de m² de viviendas con fecha de construcción o reforma posterior al año 2000. Ya se ha visto que es una época de fuerte crecimiento urbano en esta zona. El resto de usos tiene una menor presencia que en la zona oriental y en líneas generales son inmuebles más envejecidos, puesto que existe un mayor número de metros cuadrados con fechas anteriores a 1990 que posteriores a 2000.

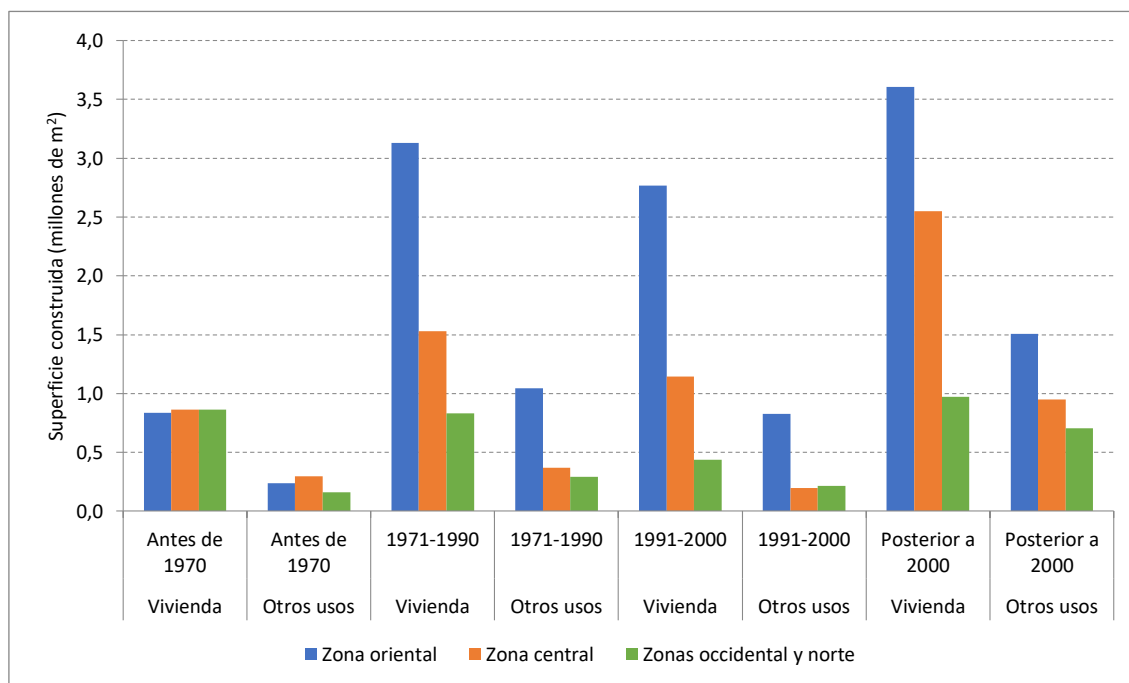


Figura II-8. Superficie construida de bienes inmuebles según fecha de construcción o reforma por zonas

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro

Todos estos datos confirman lo comentado de la acusada transformación del territorio que se ha convertido en un espacio principalmente residencial dentro del área metropolitana de Sevilla en todo un proceso de evolución trazado en diversas fases desde inicios de los años 70. Este crecimiento del suelo residencial, junto con el de la transformación general del territorio, lleva consigo también cierto crecimiento de inmuebles con otros usos, como los relacionados con actividades comerciales, deportivas, oficinas, ocio y hostelería. Estas están enfocadas a servicios de la población residente dentro del espacio de trabajo, así como de territorios cercanos en un comportamiento netamente metropolitano. La actividad industrial también tiene presencia, pero no de una forma muy acusada y menor a la que tiene lugar en otras zonas dentro del área metropolitana de Sevilla.

capítulo III

fuentes de datos

CAPÍTULO III. FUENTES DE DATOS

Los datos son componentes básicos en los sistemas de información geográfica (SIG), imprescindibles para hacer que el resto de componentes de un SIG cobre sentido y puedan ejercer su papel en el sistema. La información geográfica reside en los datos, y es por ello que el conocimiento exhaustivo de estos y su naturaleza resulta obligado para una buena comprensión de los propios SIG (Olaya, 2014).

Hay muchos aspectos que deben tenerse en cuenta y hay que conocer bien los datos, sus características y la potencialidad que tienen para poder ser integrados en el sistema, así como la información que pueden ofrecer, y la aportación que pueden hacer al análisis espacial que en cada momento sea necesario llevar a cabo. Es imprescindible conocer su forma y sus propiedades. De ellas dependen, por ejemplo, los procesos que se puedan realizar con los datos, y en general todo cuanto se puede esperar de ellos.

Al igual que aumenta el volumen de datos, lo hacen los orígenes de estos y las formas en que la información geográfica puede recogerse. Un aspecto clave para una utilización correcta de un SIG es saber integrar datos de distinta procedencia, para lo cual es vital entender cómo esta afecta a las propias características de los mismos. Es imprescindible además conocer bien su calidad. En definitiva, los datos son el pilar fundamental que pone en marcha un SIG y sin los cuales este carece por completo de sentido y utilidad. Los datos, a su vez, son el componente que está más interrelacionado con el resto y se encuentra conectado de forma inseparable a todos los demás (Olaya, 2014).

Estas consideraciones generales son aplicables a todas las tareas realizadas con sistemas de información geográfica y describen el papel que juegan los datos en un proceso de este tipo, pero es necesario destacar el papel que los datos juegan en esta tesis doctoral, pues son la base principal de la misma. Se ha ido viendo ya, y se acentuará en este capítulo y en los siguientes, que por un lado no es posible plantear un trabajo de estas características, sin contar con datos en un nivel amplio de desagregación, georreferenciados en un sistema de coordenadas estándar, o bien que cuente con unas características que permitan esa referenciación. Pero además gran parte de la finalidad principal de la tesis gira alrededor de las posibilidades de análisis que ofrece contar con datos de calidad y con un alto nivel de desagregación. A lo largo

de la tesis están siempre presentes los datos, sus características, las dificultades que existen todavía para obtenerlos, su potencialidad, así como la necesidad de que en un futuro se profundice en la tendencia de elaborar información desagregada que cuente con su correspondiente referenciación espacial.

En definitiva, un trabajo como este es posible llevarlo a cabo porque, por un lado, existe disponibilidad para obtener información de la distribución espacial de la población, así como de parcelas y subparcelas catastrales, ya que son datos públicos y de acceso libre, y porque, por otro lado, para este caso concreto, se ha podido acceder a una información estadística de amplísima riqueza, como es la del consumo de agua en el Aljarafe, con un nivel de desagregación muy elevado, la acometida, y que, aunque en origen no posee referencias espaciales en un sistema de coordenadas, sí cuenta con las características necesarias para poder ser geocodificada. A partir de estas consideraciones esta tesis puede mostrar la potencialidad que ofrece trabajar con datos que permiten análisis espaciales en escalas de gran detalle y busca abrir un debate, de gran interés, en relación con la necesidad de contar con datos de carácter estadístico desagregados, pero con una codificación espacial homogénea, estándar y en gran medida oficial.

A lo largo de los capítulos anteriores, así como en la introducción, se ha ido adelantando el proceso de trabajo y los datos que se han utilizado. Por todo ello y por lo que se comenta en los párrafos anteriores, se plantea la necesidad de dedicar un capítulo amplio a describir los datos con los que se trabaja, las fuentes de las que se han tomado estos, así como a explicar con detalle sus características más significativas y las operaciones de gestión de la información que se deben llevar a cabo para poder realizar las operaciones de análisis de una forma correcta. Así y de este modo, se retoma la idea principal que pone en relación el consumo doméstico de agua existente en un espacio determinado con el número de personas que habitan ese espacio y que son sus consumidores potenciales. El consumo per cápita es la forma habitual de medir esta variable en los trabajos, tanto de carácter técnico como de investigación, y la unidad utilizada habitualmente es la del litro por habitante y día (l/hab/día). Para conseguir esta información es necesario contar, por un lado, con datos del consumo total de agua en el ámbito de trabajo, así como el del número de habitantes en ese mismo espacio, todo ello con la mayor desagregación territorial que sea posible. Por otro lado, es necesario poder realizar un análisis pormenorizado del territorio en su relación con el consumo de agua, que permita explicar las causas territoriales que pueden motivar un mayor o menor consumo. Para ello es necesario

contar con información que pueda caracterizar el territorio, utilizando el mayor número de variables posibles y que permita conocer cuáles son los usos urbanos, características del poblamiento, antigüedad de las construcciones, presencia de piscinas, de jardines, etc.

Por tanto se ha acudido a una serie de fuentes que aportan datos muy completos y precisos que han permitido obtener una información rica e interesante para poder analizar las potencialidades que tiene trabajar con información desagregada espacialmente. Se han citado estas fuentes de datos antes, para ir entendiendo determinados procesos, pero se pasa ahora a una descripción exhaustiva de los datos, su calidad, las fuentes de las que proceden, los tratamientos previos que se han ido llevando a cabo, sus características, así como las posibilidades de integración que tienen.

Es necesario comenzar por establecer cuáles son las fuentes de datos utilizadas para posteriormente desarrollar todos los aspectos que permitirán entender sus características de una forma muy pormenorizada. Las fuentes de datos principales son las siguientes:

- Mapa de la Distribución Espacial de la Población en Andalucía, elaborado por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Número de habitantes por cada celda de 250 m.
- Consumo doméstico de agua (Aljarafe). Consumo anual de agua por cada acometida.

Estos datos permiten obtener el consumo de agua por persona y día para cada celda de 250 m.

- Información catastral, elaborada por la Dirección General del Catastro. Parcelas catastrales en suelo urbano con información de los inmuebles construidos en cada una de ellas, así como subparcelas con elementos constructivos.
- Fotografías aéreas. Ortofotografía en color 0,5 metros/píxel (2010-2011).

Estos datos han permitido caracterizar el territorio desde el punto de vista urbano, permitiendo analizar las causas que explican un mayor o menor consumo de agua.

En los apartados siguientes se describe con detalle cada una de las fuentes de datos, sus características fundamentales, y las operaciones de gestión de la información

necesarias para poder adaptarlas dependiendo de las operaciones de análisis que posteriormente se han llevado a cabo.

1. El mapa de la distribución espacial de la población en Andalucía

1.1. Puntos clave y fuentes de información principales

Como se ha comentado, el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía desarrolla desde 2013 un trabajo de representación de la población de Andalucía en un mapa buscando una amplia desagregación territorial y homogeneidad espacial. Se utiliza para ello una malla regular formada por celdas de 250 m de lado.

El fin que persigue el IECA para realizar este mapa es el de analizar las posibilidades de representación de la información en un nivel de desagregación territorial de dimensiones reducidas y con una unidad de observación homogénea. Se genera para ello una malla regular compuesta por celdas cuadradas de 250 m de lado. En este caso se trabaja con información geocodificada en cada uno de los portales donde reside población en Andalucía, ya que cada uno de estos portales cuenta con un par de coordenadas X e Y en un sistema de referencia estándar que se toman del Callejero Digital Unificado de Andalucía (CDAU).

Las celdas con las que se trabaja son todas del mismo tamaño y permiten la comparación de la información temática incluida en cada una de ellas. Las celdas son estables en el tiempo y las rejillas se integran bien con otros tipos de información (p. ej. la información ambiental) y se ajustan también mejor al área de estudio que otros tipos de unidades de observación espacial de origen administrativo. Además, en caso de que no haya disponibilidad de información georreferenciada, se pueden aplicar técnicas de modelado espacial para estimar información a nivel de celdas (método *top-down* o de desagregación espacial). En esta línea viene trabajando desde hace algunos años el Foro Europeo de Geografía y Estadística (EFGS), que desarrolló en su momento los proyectos ESSnet GEOSTAT 1A y 1B, que ya han quedado descritos en capítulos anteriores.

Aparte de estas consideraciones, en Andalucía la Ley 3/2013, de 24 de julio, por la que se aprueba el Plan Estadístico y Cartográfico de Andalucía 2013-2017 consigna lo siguiente:

“Artículo 17. Ámbitos prioritarios de actuación e infraestructuras de información.

1. Los ámbitos de actuación prioritarios para el fomento del aprovechamiento estadístico y cartográfico de las fuentes, registros administrativos y sistemas de información de la Junta de Andalucía, así como las infraestructuras de información básicas para su explotación serán los siguientes:

a) El territorio, mediante un sistema de información geoestadístico de Andalucía que integre la Red Andaluza de Posicionamiento respecto al marco geodésico, el Callejero Digital de Andalucía Unificado y el Sistema de Gestión de Entidades Territoriales de Andalucía para direcciones postales y los límites político-administrativos.

Para garantizar el mantenimiento del Callejero Digital de Andalucía Unificado y el Sistema de Gestión de Entidades Territoriales de Andalucía, los ayuntamientos comunicarán al Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía las altas, las bajas y las modificaciones de las nomenclaturas de las vías públicas y la numeración de los edificios. Estas notificaciones se realizarán utilizando los instrumentos de administración electrónica que, al efecto, ponga a disposición de los ayuntamientos la Junta de Andalucía y de la totalidad de sus entes instrumentales.

b) La población, mediante la Base de Datos Longitudinal de Población de Andalucía, que integrará las fuentes con información relativa a personas” (Ley 3/2013, de 24 de julio, pp. 12-13).

Después de realizadas estas consideraciones y volviendo al mapa de la distribución espacial de la población en Andalucía, es necesario reseñar que se trata del primero de estas características que se desarrolla en España y permite una visión de la distribución territorial de la población andaluza jamás obtenida anteriormente. En total, los más de 87.000 km² que ocupa el territorio andaluz se cubren con 1.416.093 celdas, de las que sólo 50.602 cuentan con al menos un habitante en la versión de 2014, es decir el 3,57% del total.

La ocupación poblacional de las celdas presenta, como es lógico, un alto rango de variación, registrándose un número elevado de celdas escasamente pobladas, con menos de 10 habitantes, con datos que suponen el 37,91% del total de celdas habitadas, frente a 1.748 celdas que se encuentran densamente pobladas con valores superiores a los 1.000 habitantes. De todas estas, las más pobladas se encuentran en las ciudades de Cádiz (5.032 habitantes en la zona de Segunda Aguada) y Málaga (existen dos celdas con más de 4.000 habitantes en la zona de la carretera de Cádiz).

Además, hay en Andalucía 27 celdas con más de 3.000 habitantes, fundamentalmente en las ciudades de Málaga, Cádiz, Granada y Córdoba.

Dicho esto, es importante conocer el proceso de elaboración de la malla con la distribución de la población, sus fuentes de información y el proceso de georreferenciación que sigue el IECA. Las fuentes de información que se han utilizado son las siguientes:

- A. La Base de Datos Longitudinal de Población de Andalucía (BDLPA). Registro con la población residente en algún municipio de Andalucía. Los datos que se han tomado tienen fecha de referencia de 1 de enero de 2014.
 - Población con información de sexo, edad y nacionalidad, enlazado con fichero de cuentas de cotización a la Seguridad Social
 - Aproximaciones postales y secciones censales
 - Capa vectorial con la planimetría del seccionado censal
- B. El Callejero Digital de Andalucía Unificado (CDAU). Directorio creado y mantenido por el IECA en colaboración con ayuntamientos y diputaciones provinciales
 - Vías
 - Portales y coordenadas
- C. Censo de edificios de 2011
- D. Catastro Inmobiliario
 - Planimetría del parcelario en suelo urbano
 - Información de parcelas según número de bienes inmuebles, uso, antigüedad, etc.
 - Planimetría en información temática de los elementos constructivos

1.2. Proceso de georreferenciación de la población

1.2.1. Enfoque *bottom-up*: la geocodificación de los portales

En la primera de las fases de este proceso se realiza la geocodificación de la población residente en los portales, asignando coordenadas geográficas por enlace BDLPA-CDAU-Censo de edificios.

- A. Registro de Población de Andalucía (BDLPA). Dirección postal de cada individuo y grupo de individuos
- B. Callejero Digital de Andalucía (CDAU). Direcciones postales de los portales y sus coordenadas geográficas
- C. La aproximación postal de la BDLPA se enlaza con la correspondiente a su portal en el CDAU y sus coordenadas asociadas
- D. El proceso se repite con los datos del censo de edificios para complementar información no detectada en el CDAU

La herramienta utilizada para realizar esta operación es *aLink*, herramienta de fusión masiva de ficheros que combina una serie de técnicas en distintas etapas para llevar a cabo un proceso de fusión de ficheros de grandes volúmenes de datos. Es una aplicación informática libre y gratuita, desarrollada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía a partir de FEBRL (desarrollo de software libre de la Universidad Nacional de Australia), que permite normalizar y enlazar dos ficheros de datos. Para el caso particular de ficheros con direcciones postales permite, entre otras funciones, normalizarlos y geocodificarlos. La aplicación dispone principalmente de dos herramientas: Herramienta de Normalización y Herramienta de Enlace.

El proceso que se sigue para fusionar los ficheros es complejo y consta de diferentes fases. La descripción del proceso llevado a cabo se realiza de una forma detallada dentro del apartado 2 del capítulo IV, sobre la geocodificación de las acometidas con datos de consumo de agua en Aljarafesa. Es una tarea específica realizada para este trabajo y en ese apartado se puede consultar el procedimiento seguido, que, en líneas generales, es coincidente con el seguido para la georreferenciación de la población residente en todos los municipios de Andalucía.

Después de realizado el enlace de las dos bases de datos a través de las aproximaciones postales, se genera, a partir de las coordenadas tomadas del CDAU,

una capa de puntos representando los portales con el número de habitantes y sus características sociodemográficas asociadas. Con este proceso se localiza algo más del 97% de la población registrada en la BDLA. Todo este proceso queda resumido en el esquema presentado en la figura III-1.

El paso siguiente es el del proceso de agregación de la información geocodificada a cada una de las celdas de 250 m. Mediante geoproceso de unión espacial se añaden todos los puntos (portales con su población asociada) que se encuentran localizados en cada celda. Cada una de estas tiene finalmente el número total de habitantes y portales localizados dentro de ésta, según la localización de los puntos (portales). Como ya se ha comentado, con este proceso se asigna población a un total de 50.602 celdas en la aproximación *bottom-up*.

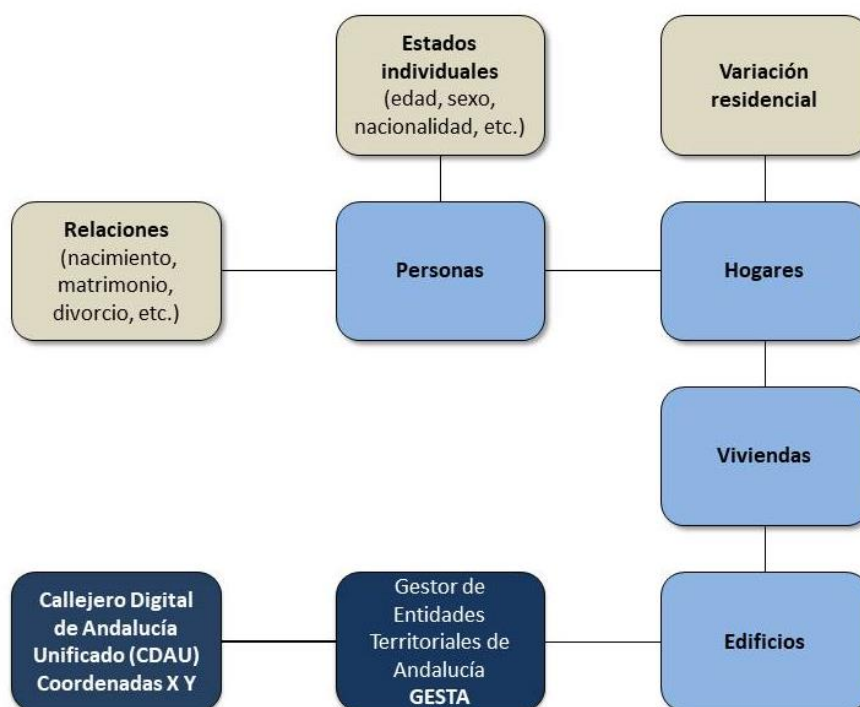


Figura III-1. Proceso de georreferenciación de la población de Andalucía

Fuentes: Elaboración propia a partir de Enrique *et al.*, 2013

1.2.2. Enfoque *top-down*: la desagregación espacial de los hogares no georreferenciados

Para la población residente en hogares de Andalucía que no ha podido ser georreferenciada con exactitud mediante el proceso *bottom-up*, se utiliza un proceso de asignación *top-down* para localizarlas espacialmente en alguna de las celdas, como se explica a continuación.

La sección censal es el nivel máximo de desagregación territorial disponible para los hogares no georreferenciados, ya que la información contenida en la BDLPA cuenta con la aproximación postal, sección censal y municipio. Basándose en técnicas estadísticas e información auxiliar, el objetivo del enfoque *top-down* es transferir esos datos, hogares no georreferenciados, desde el sistema de zonificación de las secciones censales hasta el sistema de zonificación de las celdas. Para ello se ha realizado una modelización de los patrones de asentamiento de los hogares no georreferenciados basándose en esa información auxiliar. El análisis descriptivo de los hogares georreferenciados y no georreferenciados muestra diferencias en los patrones de asentamiento y de correlación espacial.

Con el objeto de transferir los hogares no georreferenciados desde las secciones censales a la celda correspondiente se define una unidad espacial de transferencia: la sección/celda. La capa de sección/celda es el resultado de la intersección entre la capa de secciones censales y la capa de celdas homogéneas de 250 m. La sección/celda es la unidad espacial de referencia para este proceso de análisis. El modelo de localización asigna población desde la sección censal a la sección/celda. Las celdas se construyen posteriormente por la agregación de todas las secciones/celdas que componen una celda.

Para caracterizar el territorio y detectar en qué parte de la sección existe más posibilidad de que resida la población no georreferenciada, se utiliza la información del catastro inmobiliario en suelo de naturaleza urbana. De esta forma se tiene conocimiento de las características territoriales del espacio dentro de cada celda y se conoce qué celdas son más susceptibles de acoger población residente. La unidad de la delimitación territorial del catastro es la parcela y con el objeto de transferir la información de la parcela a la unidad sección/celda se define una unidad de transferencia denominada sección/celda/parcela. La capa de sección/celda/parcela es el resultado de la intersección entre la capa de parcelas y la capa de sección/celda. El

análisis de catastro se focaliza en las capas de parcelas urbanas que contienen información de uso, tanto residencial como de otro tipo (áreas residenciales y comerciales frente a áreas industriales o en construcción). Las primeras son más susceptibles de que resida población y por lo tanto serán candidatas a que acojan la población no geocodificada.

Las parcelas con uso residencial son clave en este proceso, razón por la que la información disponible en catastro con respecto a sus atributos y características ha sido analizada con detenimiento. Por otro lado, la información de los bienes inmuebles, edad, tipo de vía donde se localiza el inmueble, etc. se considera relevante. También la información referente al grado de consolidación urbana (áreas urbanas de construcción reciente, áreas con alto porcentaje de tipos de vías poco usuales, áreas con alto porcentaje de edificios industriales, de almacén, etc.) puede indicar los factores que dificultan el proceso de enlace de las direcciones. La información de los bienes inmuebles se añade a cada parcela, es decir, todos los atributos de los bienes incluidos en una parcela se han sumado o, en su caso, se les ha calculado la media aritmética.

1.2.3. Resultados híbridos

El paso final ha consistido en añadir a cada celda la población georreferenciada en el proceso *bottom-up* (geocodificación de los portales) y la población asignada en el proceso *top-down* (localización de los hogares no georreferenciados).

Con ello se obtiene una capa final con la asignación de toda la población de Andalucía a cada una de las celdas que le corresponden. Esta capa permite conocer la distribución de la población en Andalucía en celdas de 250 m de lado, así como algunos datos de carácter básico asociados a éstos. Esto permite un mayor conocimiento de la población y hace aumentar las potencialidades de análisis de carácter espacial, que es uno de los objetivos principales de esta tesis doctoral. La estructura de la tabla de atributos se puede consultar en la tabla III-1, de la misma forma que resulta interesante observar en el mapa III-1 los resultados de esta distribución demográfica en la zona del Aljarafe.

Tabla III-1. Estructura de la tabla de atributos de la capa de la Distribución Espacial de la Población en Andalucía

Código	Descripción
GRD_FIXID	Código de la celda
GRD_FLOAID	Código de la celda
GRD_INSPID	Código de la celda
MUNICIPIO	Municipio o municipios en los que se encuentra la celda
NOTA	Presencia de celdas con censura
POB_TOT	Población total de la celda
EDAD0015	Población menos de 16 años
EDAD1664	Población de 16 a 64 años
EDAD65_	Población de 65 y más años
ESP	Población con nacionalidad española
UE15	Población con nacionalidad de países de la Unión Europea (UE15). Países con fecha de ingreso en la Unión Europea anterior a 2004 (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Reino Unido y Suecia). Se exceptúa España
MAG	Población con nacionalidad de países del Magreb (Argelia, Marruecos y Túnez)
AMS	Población con nacionalidad de países de América del Sur (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guayana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela)
OTR	Otras nacionalidades
AFI_SS	Población con afiliación a la Seguridad Social (total)
AFI_SS_A	Población con afiliación a la Seguridad Social por cuenta propia
AFI_SS_P	Población con afiliación a la Seguridad Social por cuenta ajena

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de la tabla de atributos de la capa de distribución de la población en Andalucía, elaborada por el IECA

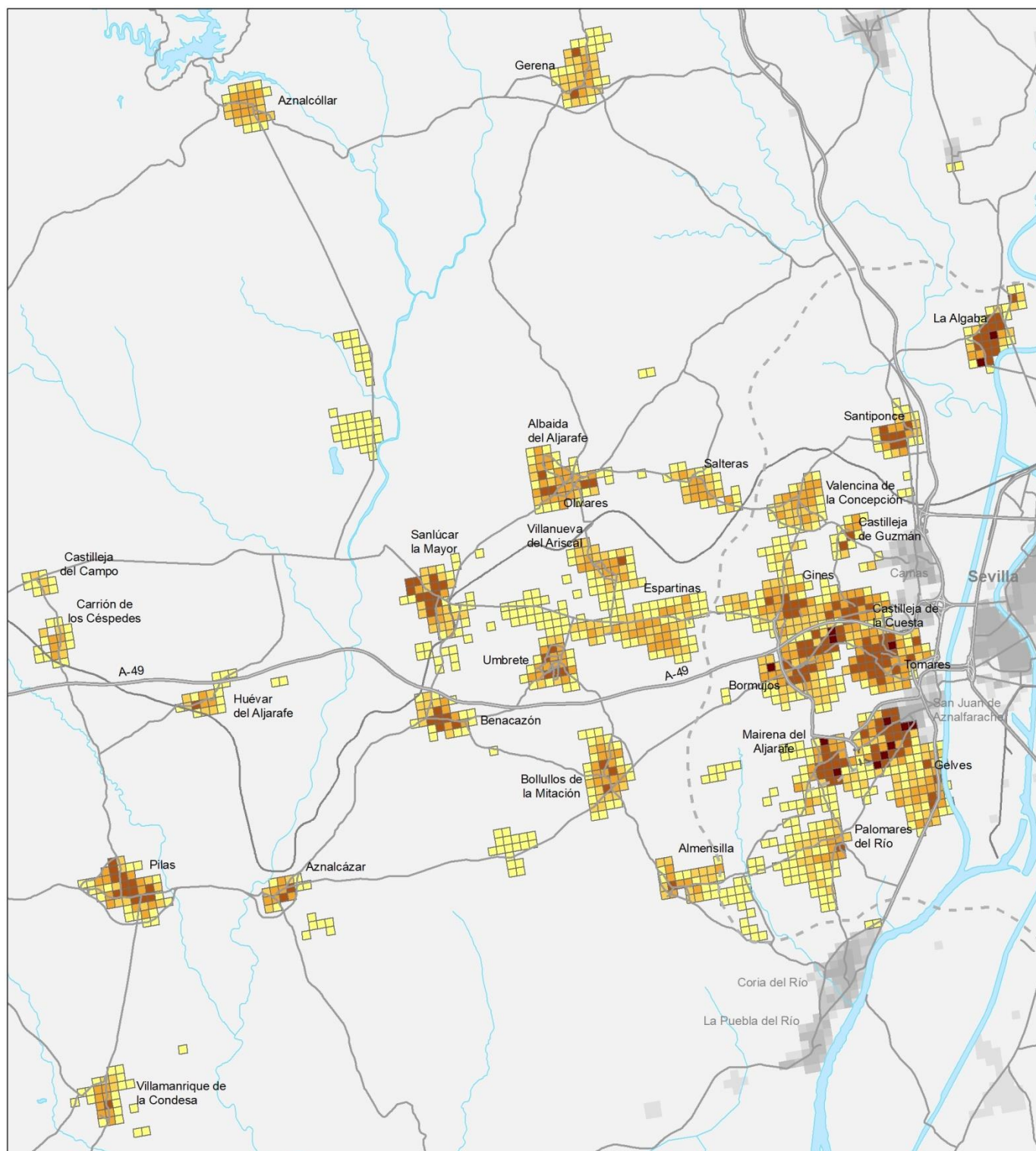
Por último, y para salvaguardar la confidencialidad de los datos, se ha fijado un umbral a partir del cual se difunden estos, de manera que queden protegidos al evitarse tanto la difusión de datos reales por debajo de dicho umbral, como la posibilidad de su deducción exacta. Se han aplicado métodos no perturbativos para proteger la confidencialidad y se ha reducido la cantidad de información difundida debido a operaciones de supresión:

- Supresión primaria de los valores que están por debajo del umbral fijado
- Supresión secundaria de valores para proteger la supresión primaria

La información sobre la Distribución de la Población en Andalucía se puede descargar desde la página web del Instituto de Estadística de Andalucía. Se encuentra disponible

en DERA, Datos Espaciales de Referencia de Andalucía³, dentro del grupo G21 Malla Estadística. Se han utilizado dos capas, una de ellas es la de la malla de 250 m [me01_malla_250.shp], que cubre la totalidad del territorio, y la de celdas, también de 250 m de lado con información sobre la distribución de la población [me03_poblacion_250.shp]. Esta última capa contiene solamente las celdas con población residente.

³ Actualmente esta información no se encuentra dentro del DERA en la página web del IECA. Se encuentra disponible para su descarga en el apartado de Georreferenciación y dentro de la actividad "Distribución Espacial de la Población".



Población (hab.)



Distribución espacial de la población. Año 2014



Mapa III-1. Distribución espacial de la población en el Aljarafe. Año 2014

Elaboración propia

2. Datos de consumo doméstico de agua en el territorio de Aljarafesa

La Empresa Mancomunada del Aljarafe, S.A. (Aljarafesa) es el Órgano de Gestión Directa de la Mancomunidad de Municipios del Aljarafe para el suministro y el saneamiento doméstico de agua. Esta mancomunidad se crea a principios de los años 70 del siglo XX, agrupando entonces a 18 municipios de la comarca del Aljarafe, para gestionar el suministro de agua a una población de 60.000 personas. En la actualidad Aljarafesa presta servicio a los 29 municipios de los que se ha hablado en el capítulo II, atendiendo a una población de algo más de 320.000 personas.

La tendencia en la desagregación territorial de la información y tratamiento de datos permite dar un salto en el conocimiento del territorio en espacios pequeños. Es un salto de escala de gran importancia, pues se rompe la frontera del municipio y de las unidades administrativas. Se conoce cuál es la distribución de la población a nivel de detalle, cuál es su lugar de residencia. Con criterios parecidos, se puede saber cuál es el consumo de agua con el mismo nivel de detalle. En gran medida, y con una serie de salvedades que se comentarán oportunamente, se puede conocer qué cantidad de agua se consume y quién la consume. Es el primer paso para conocer el destino final del agua, las causas y necesidades de la asignación de este destino y las causas de un mayor o menor consumo de agua. Esta información será siempre muy útil para el análisis de las líneas que se deben seguir en la gestión inteligente de un recurso básico y finito como es el agua. La unidad de observación y de análisis es la celda de 250 m de lado, que permite la integración de la información demográfica y la de consumo de agua. Esa misma entidad permite la integración de la información urbana que será base para el conocimiento del territorio y de la relación que existe entre este y el consumo doméstico de agua.

Por este motivo Aljarafesa y la Universidad Pablo de Olavide firman un convenio en el mes de junio de 2016 por el que la primera cede a esta la información necesaria para poder desarrollar un trabajo de investigación sobre consumos domésticos de agua a nivel de detalle en los municipios del sistema Aljarafesa. La información entregada consta de los datos de suministro de agua asociados a cada una de las pólizas contratadas para la realización del servicio. Por cada póliza figuran los datos de consumo, expresados en m³, desagregado por trimestre de facturación, en el período que va desde el primer trimestre de 2000 hasta el cuarto trimestre de 2015.

La referencia espacial en esta base de datos es la dirección postal de cada una de las acometidas de suministro. Se entiende por acometida el acceso desde la red pública de abastecimiento a la red privada. No se cuenta con una información completa georreferenciada, con coordenadas, de estas acometidas, ya que parte de esta información se encuentra actualmente georreferenciada, pero no de una forma homologable y con la suficiente coherencia espacial como para poder hacer uso de ella. Es por ello que se ha optado por geocodificar toda la información a partir de la dirección postal del inmueble al que se le realiza el servicio de suministro de agua. El proceso de geocodificación de esta información se explica en el apartado 2 del capítulo IV.

La base de datos original consta de un total de 162.173 registros, que son los que se corresponde con cada una de las pólizas de suministro de agua a las diferentes viviendas, organismos públicos o privados, espacios públicos, así como establecimientos con actividad económica de cada uno de los municipios de la zona de servicio de Alfarafe. La estructura de la base de datos consta de una serie de campos con la información del número de póliza, la dirección postal agregada, la dirección postal desagregada, separando tipo de vía, nombre de la vía, número de portal, nombre del municipio y código municipal, y a continuación se presenta un campo para cada uno de los trimestres con el dato de consumo que se ha registrado a través del correspondiente contador. Esta estructura de la base de datos permite, con los correspondientes procesos de geocodificación, representar la información territorialmente en un nivel de desagregación muy amplio. La unidad inicial de referencia es la acometida. De la misma forma que un portal representa el acceso desde el espacio público al privado, la acometida es también el punto de acceso desde la red de distribución pública del agua a la privada. La información del consumo será transferida posteriormente desde la acometida georreferenciada hasta la celda correspondiente. La celda es la unidad básica de observación y otorga consistencia espacial a las operaciones de análisis territorial.

3. Datos del Catastro Inmobiliario

La tercera fuente de datos que se ha utilizado para llevar a cabo este trabajo de investigación es el Catastro Inmobiliario, que es un registro administrativo gestionado por el Ministerio de Hacienda. En él se describen tanto los bienes inmuebles de naturaleza rústica como urbana, así como los de características especiales. La

inscripción en el mismo es obligatoria y gratuita. La descripción catastral de los bienes inmuebles incluye sus características físicas, jurídicas y económicas, entre las que se encuentran su localización, referencia catastral, superficie, uso, cultivo, representación gráfica, valor catastral y titular catastral. Al objeto de garantizar que los datos que se incluyen en la descripción catastral de los bienes inmuebles concuerdan con la realidad, la incorporación de los bienes en el Catastro Inmobiliario, así como la de las alteraciones de sus características, es obligatoria. Pero es interesante destacar que la información catastral, independientemente de su finalidad fiscal es una fuente de información muy rica y muy consistente, como refleja la misma Ley de Catastro Inmobiliario, que afirma que “El origen y principal uso del Catastro en nuestro país es, sin duda alguna, el tributario (...). Sin embargo, junto a esta finalidad tributaria, las dos últimas décadas han sido testigos de una evolución en la que el Catastro Inmobiliario se ha convertido en una gran infraestructura de información territorial disponible para todas las Administraciones públicas, fedatarios, empresas y ciudadanos en general” (RDL 1/2004, de 5 de marzo, BOE 58, p. 10.137).

La Dirección General del Catastro cuenta con información alfanumérica y cartografía catastral correspondiente a todos los bienes inmuebles de su ámbito de competencia. Se puede acceder a la información catastral interactivamente, utilizando como medio preferente la Sede Electrónica del Catastro. A partir de aquí se pueden localizar inmuebles por dirección o por referencia catastral. La aplicación permite acceder a la información literal de la unidad catastral, parcela o bien inmueble, así como la cartografía correspondiente a las parcelas catastrales y las subparcelas o unidades constructivas que contienen. Por otro lado, es posible también descargarse cartografía catastral en formato vectorial (*shapefile*) y su correspondiente información alfanumérica en formato CAT (formato propio del Catastro).

Analizada la información que ofrece la Dirección General del Catastro, se ha considerado oportuno acceder a la información gráfica y alfanumérica de los municipios del Aljarafe, ya que esta es una información de una gran riqueza y permite caracterizar de una forma muy amplia todo el territorio, desde el punto de vista urbano, destacando los usos a los que se destina cada inmueble, tamaño de éstos, tipo de propiedad, altura de los edificios, antigüedad, presencia de piscinas, o de patios y zonas ajardinadas.

Con respecto a la información gráfica, se ha descargado y se ha trabajado con las capas de parcelas catastrales y las capas de subparcelas de construcción

(subparcelas urbanas que representan los volúmenes edificados dentro de una parcela). Por otro lado, para la información alfanumérica, se ha trabajado con la información del fichero tipo 11, Registro de Finca, fichero tipo 14, Registro de Construcción y fichero tipo 15, Registro de Inmueble. En apartados posteriores se va a detallar la gestión y el uso que se ha hecho de cada una de estas capas y tablas.

3.1. Cartografía vectorial (formato *shapefile*)

3.1.1. Parcelas catastrales

La unidad territorial de referencia en la información catastral dentro del presente proyecto es la parcela catastral. Es importante tener esto en cuenta, para no perder la perspectiva, porque, entre otras cosas, esta es una entidad de una gran complejidad. Es conveniente empezar teniendo claro qué se entiende por parcela catastral y, sobre todo, cómo interpreta esta entidad la Dirección General de Catastro.

Al nivel general, no solo en España, es interesante observar que la parcela catastral queda definida como una unidad inmueble, que está asociada a la titularidad de la misma. Es una entidad que se define con unos fines eminentemente tributarios, pero, como se ha dicho anteriormente, la propia consolidación de la información a lo largo del tiempo y la evidente necesidad de rigor, lo han convertido en una información muy valiosa para conocer las características del territorio y de la actividad humana que se lleva a cabo sobre el mismo. Asociada a la parcela catastral, no se cuenta solo con los límites territoriales de ésta y sus dimensiones, sino de otros muchos datos muy útiles para conocer este territorio.

Así, el WPLA (*Working Party on Land Administration*) es el organismo de las Naciones Unidas que promueve la administración racional del territorio mediante la privatización, fomentando el papel de los catastros y registros como elemento de seguridad jurídica de la propiedad. El WPLA define parcela como “un área de terreno individual, o más concretamente de un volumen de espacio, sujeta a derechos reales de propiedad homogéneos y de titularidad única” (Velasco, 2009, p. 8). Por otro lado, la definición que de la parcela catastral hace el Proyecto EULIS (*European Land Information System*) es la siguiente: “La parcela catastral es una pieza de terreno que constituye parte o toda una unidad registral” (Velasco, 2009, p. 10).

En esta misma línea, la Directiva 2007/2/CE del Parlamento y del Consejo de Europa, por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Unión Europea (*Infrastructure for Spatial Information in Europe: INSPIRE*) nació como una iniciativa para armonizar los datos geográficos necesarios para el establecimiento de las políticas medioambientales de la Unión Europea, pero su efecto ha ido mucho más allá, revolucionando las bases de datos espaciales de los países europeos y fomentando la creación de las infraestructuras de datos nacionales. INSPIRE permitirá combinar información y conocimientos del territorio procedentes de distintos sectores y elaborados por distintas autoridades, y poner al alcance de todos, administraciones, empresas y ciudadanos, toda la cartografía y sus datos asociados existentes en el territorio europeo. Sus retos son el incremento de la interoperabilidad de los sistemas de información geográfica, la armonización y promoción de la normalización de las estructuras e interfaces de datos, y la eliminación de los obstáculos políticos al intercambio de datos (Velasco, 2007 y 2009).

Respecto a la parcela catastral, la Directiva INSPIRE la considera como parte de la información básica sobre la que se generará toda la infraestructura de datos espaciales. La definición de la parcela que se recoge en la Directiva es general y breve “áreas definidas en los registros catastrales o sus equivalentes”. (Velasco, 2009, p. 14). En España, la parcela catastral, así como los bienes inmuebles que esta contiene, quedan definidos en la Ley sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica, donde se especifica cómo queda integrada dentro de la cartografía oficial española y define la parcela catastral como “porción de suelo que constituye el objeto geográfico básico de la cartografía catastral y que delimita la geometría del derecho de propiedad de un propietario o de varios pro indiviso, así como los demás bienes inmuebles inscritos en el Catastro con sus correspondientes referencias catastrales” (Ley 14/2010, de 5 de julio, p. 59.649).

Partiendo del concepto de parcela catastral y analizada la información que contiene, se ha procedido a la recogida de la información gráfica de todas las unidades necesarias para el análisis del territorio, previa realización de la correspondiente preparación de la información catastral, tal y como se detalla más adelante. Desde la página web de la Dirección General de Catastro se ha realizado la descarga de los archivos que contienen la información gráfica (formato *shapefile*) con la cartografía urbana del Catastro Inmobiliario de cada uno de los 29 municipios que componen el ámbito de trabajo de este proyecto.

La descarga se realiza para cada municipio de forma individual y cada una de estas 29 capas se descarga con el mismo nombre de “Parcela.shp” y referenciadas en el sistema EPSG: 25829 ETRS89 / UTM zone 29N, que es el que le corresponde a todos los municipios de la zona de trabajo. La estructura de archivos espaciales y de la tabla de atributos es totalmente coherente en cada una de las capas, por lo que no ha habido ningún problema en fusionar las 29 capas, generando una sola para todo el ámbito de trabajo, lo que ha facilitado las operaciones de análisis espacial que se han ido realizando a lo largo de las distintas fases de trabajo. El paso posterior ha sido el de transformar esa capa desde el sistema EPSG: 25829 ETRS89 / UTM zone 29N al EPSG: 25830 ETRS89 / UTM zone 30N, que es el que el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía establece como sistema de referencia para todo el territorio andaluz, al igual que hace el Instituto Geográfico Nacional, que lo establece también como sistema de referencia para todo el territorio español, exceptuando las Islas Canarias. Esta transformación es también necesaria para mantener coherencia espacial con las otras capas con las que se ha trabajado en este proyecto, la de la Distribución Espacial de la Población en Andalucía y la derivada de la georreferenciación de las acometidas de suministro de agua de Aljarafesa, que se basan en la información de CDAU. Ambas capas están georreferenciadas en el sistema EPSG: 25830, por lo que se hacía necesario que las capas con información catastral también estuvieran en este sistema. Todo ello con la lógica de poder mantener la coherencia espacial, pues además también están referenciadas en este sistema las fotografías aéreas que se han utilizado como fuente de información. La capa completa con todas las parcelas del Catastro Inmobiliario en suelo de naturaleza urbana de los 29 municipios que conforman el ámbito de trabajo cuenta con un total de 111.535 entidades. Cada entidad se corresponde con una parcela catastral.

Tabla III-2. Estructura de la tabla de atributos de la capa de parcelas catastrales
[Parcelas.shp]

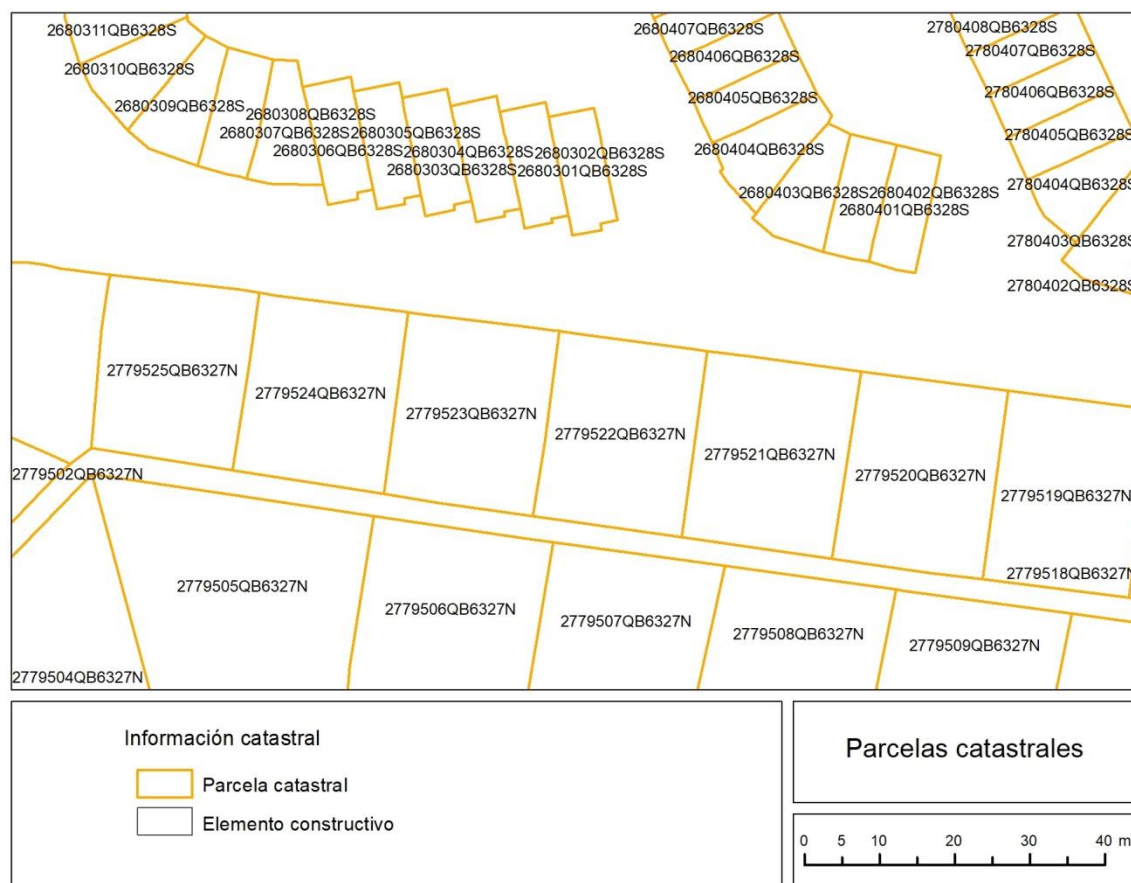
NOMBRE CAMPO	TIPO DATO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN
NINTERNO	NUMBER	10	Numero secuencial asignado por el sistema
MAPA	NUMBER	6	Número del mapa en el que se encuentra la parcela
DELEGACIO	NUMBER	2	Código de Delegación de Hacienda
MUNICIPIO	NUMBER	3	Código de Municipio
MASA	VARCHAR2	5	Referencia de la manzana/polígono a la que pertenece la parcela
HOJA	VARCHAR2	7	Posiciones 8 a 14 de la referencia catastral (urbana) o código de sector (rústica)

NOMBRE CAMPO	TIPO DATO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN
TIPO	CHAR	1	Tipo de parcela: (U)rbanda, (R)ústica normal, (D)iseminado, (X)Domínio público y ajustes topográficos (parcela 09000)
PARCELA	VARCHAR2	5	Número de parcela dentro de la manzana o polígono
REFCAT	VARCHAR2	14	Referencia catastral de la parcela
COORX	NUMBER	9	Coordenada X del centroide (un punto interior a la parcela)
COORY	NUMBER	10	Coordenada Y del centroide
VÍA	NUMBER	5	Código de vía pública (calle o Plaza). Para descripción ver CARVÍA.
NUMERO	NUMBER	4	Número de portal.
NUMERODUP	VARCHAR2	1	Indicador de número duplicado
NUMSYMBOL	NUMBER	2	Número del símbolo de representación
AREA	NUMBER	10	Superficie del elemento en metros cuadrados
FECHAALTA	NUMBER	8	Fecha en la que se crea la parcela en la base de datos
FECHABAJA	NUMBER	8	Fecha en la que se borra una parcela de la base de datos
PCAT1	VARCHAR2	7	Posiciones 1 a 7 de la referencia Catastral de la parcela
PCAT2	VARCHAR2	7	Posiciones 8 a 14 de la referencia Catastral de la parcela

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de la tabla de atributos de la capa de parcelas catastrales, elaborada por la Dirección General de Catastro

La tabla de atributos de la capa de parcelas catastrales cuenta con una estructura de campos que puede consultarse en la tabla III-2. El campo fundamental de esta tabla de atributos será el de la referencia catastral, ya que actúa de campo llave en las operaciones de unión de tablas. A esta tabla de atributos y mediante el campo de la referencia catastral se han unido la tabla de fincas y la de bienes inmuebles, que han sido claves en la caracterización del territorio, en relación al consumo doméstico de agua.

El mapa III-2, que se muestra a continuación, presenta una estructura parcelaria tipo. En ella aparecen solo los límites de cada una de las parcelas que se encuentran dentro de un espacio determinado. En este caso no aparecen más características que la forma y las dimensiones de cada parcela, así como la referencia catastral que la identifica como un elemento único. Esa referencia permite cargar de contenido a cada parcela, según las características de los bienes inmuebles que se encuentran dentro de cada una de ellas.



Mapa III-2. Estructura de la información gráfica de la capa de parcelas catastrales (Detalle en el municipio de Mairena del Aljarafe)

Fuentes: Elaboración propia con datos tomados de la Dirección General de Catastro

Las subparcelas con los elementos constructivos y la información alfanumérica de las distintas bases de datos con información catastral definen las características urbanísticas de cada parcela catastral: usos, tipologías constructivas, antigüedad, dimensiones de los bienes inmuebles, presencia de piscinas, de zonas ajardinadas, etc.

3.1.2. Subparcelas que representan los volúmenes edificadas dentro de una parcela

Cada una de las parcelas catastrales queda dividida en una serie de subparcelas, según las características de los elementos constructivos que se encuentran dentro de esta. Un mismo edificio puede estar compuesto por unidades constructivas diferentes en cuanto a sus características. Esto hace referencia a parcelas con un solo elemento inmueble o con varios. Se distinguen, por un lado, edificios según las alturas

edificadas, bajo rasante o sobre rasante, así como otro tipo de elementos, tales como patio, depósito, piscina, porche, balcón, jardín, etc. (ver mapas III-3 y III-4).

Tabla III-3. Estructura de la tabla de atributos de la capa Subparcelas urbanas que representan los volúmenes edificadas dentro de una parcela [Constru.shp]

NOMBRE CAMPO	TIPO DATO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN
NINTERNO	NUMBER	10	Número secuencial asignado por el sistema
MAPA	NUMBER	6	Número del mapa al que pertenece el elemento
DELEGACIO	NUMBER	2	Código de Delegación de Hacienda
MUNICIPIO	NUMBER	3	Código de Municipio
MASA	VARCHAR2	5	Manzana urbana (o polígono rústico) a la que pertenece el elemento
HOJA	VARCHAR2	7	Posiciones 8 a 14 de la referencia catastral (urbana) o código de sector (rústica)
PARCELA	VARCHAR2	5	Código de parcela, dentro de la Manzana o polígono
REFCAT	VARCHAR2	14	Referencia catastral de la parcela
CONSTRU	VARCHAR2	16	Rótulo con las alturas construidas. Véase anexo con códigos de construcción
TIPO	CHAR	1	Tipo de parcela (U, D, R)
COORX	NUMBER	9	Coordenada X del centroide (un punto interior a la construcción)
COORY	NUMBER	10	Coordenada Y del centroide
NUMSYMBOL	NUMBER	2	Símbolo con el que se dibuja (para sombreados de colores)
AREA	NUMBER	10	Superficie del elemento en metros cuadrados
FECHAALTA	NUMBER	8	Fecha de dibujo del elemento gráfico
FECHABAJA	NUMBER	8	Fecha de borrado del elemento gráfico
PCAT1	VARCHAR2	7	Posiciones 1 a 7 de la referencia catastral de la parcela
PCAT2	VARCHAR2	7	Posiciones 8 a 14 de la referencia Catastral de la parcela

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de la tabla de atributos de la capa de subparcelas catastrales, elaborada por la Dirección General de Catastro

A su vez, la tabla de atributos de la capa de elementos constructivos cuenta con una estructura de campos que puede consultarse en la tabla III-3. El campo fundamental de esta tabla de atributos ha sido, aparte del de la referencia catastral, el que figura con el nombre de “Constru”, puesto que en este se consignan los códigos que permiten identificar las características de cada una de las unidades constructivas. El significado de los códigos utilizados en este campo se puede consultar en la tabla III-4.

De aquí se ha obtenido información interesante para entender el comportamiento del consumo doméstico de agua, como ya se explicará más adelante.

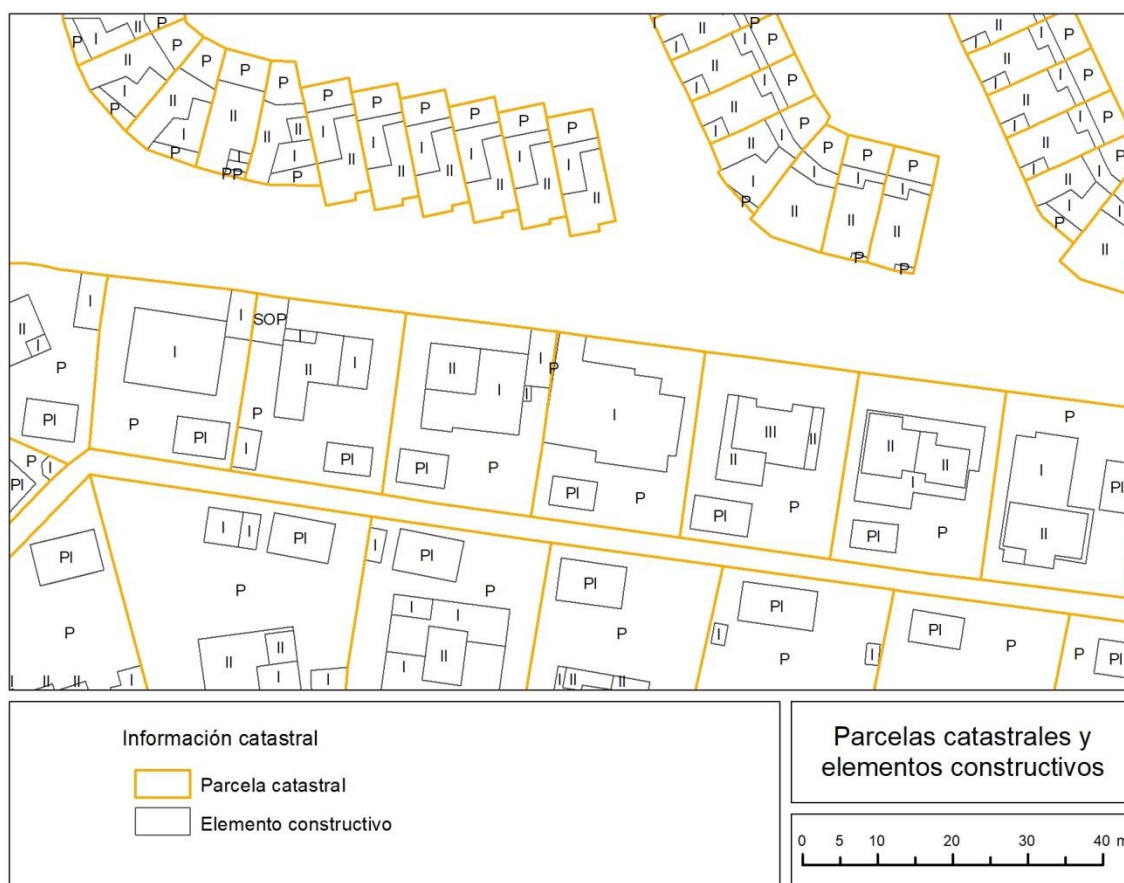
Tabla III-4. Nomenclatura de subparcelas (unidades constructivas)

CODIGO	DESCRIPCIÓN
-I, -II	Volúmenes bajo rasante (1, 2 alturas)
I, II	Volúmenes sobre rasante (1, 2 alturas)
B	Balcón
T	Tribuna (balcón techado)
TZA	Terraza
POR	Porche
SOP	Soportal
PJE	Pasaje
MAR	Marquesina
P	Patio
CO	Cobertizo
EPT	Entreplanta
SS	Semisótano
ALT	Altillo
PI	Piscina
TEN	Pista de Tenis
ETQ	Estanque
SILO	Silo
SUELO	Suelo vacante, sin construir
PRG	Pérgola
DEP	Depósito
ESC	Escalera
TRF	Transformador
JD	Jardín
YJD	Jardín que se valora
FUT	Campo de Fútbol
VO	Voladizo
ZD	Zona Deportiva
RUINA	Ruinas
CONS	En construcción
PRESA	Cuerpo de presa en embalses
ZBE	Balsas y estanques que se valoran
ZPAV	Obras de urbanización interior
GOLF	Campo de GOLF
CAMPING	Camping

CODIGO	DESCRIPCIÓN
TERRENY	Sinónimo de SUELO
HORREO	Hórreo, panera, cabazo
PTLAN	Pantalán
DARSENA	Dársena, aguas resguardadas artificialmente por un puerto

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de la Dirección General de Catastro

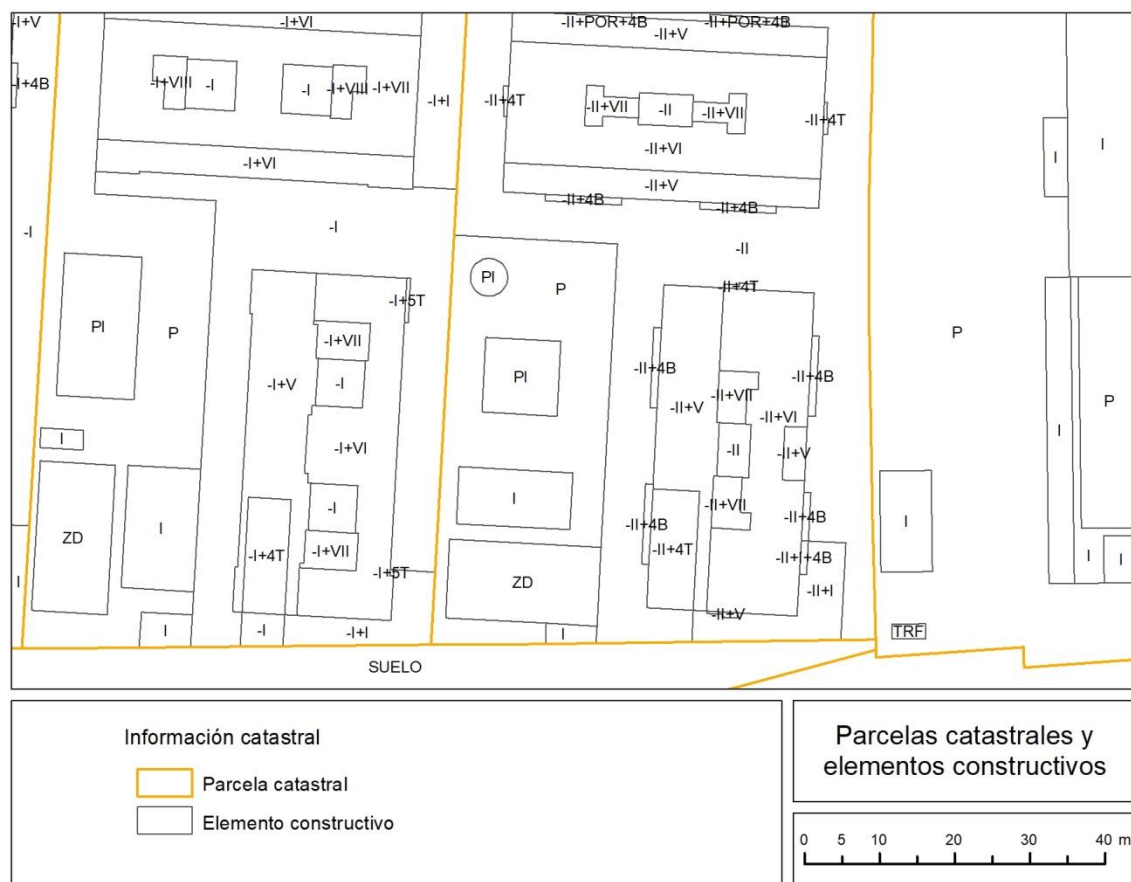
Al igual que en el caso de la capa de parcelas, la descarga desde la web de Catastro se repite para la información de los 29 municipios que componen el ámbito de trabajo. Cada una de estas capas se descarga con el nombre de “Constru.shp” y referenciadas también en el sistema EPSG: 25829 ETRS89 / UTM zone 29N. Se ha repetido el proceso de fusión de las 29 capas, generando una sola para todo el ámbito de trabajo y el paso final ha sido, como en el caso de [Parcelas.shp], el de transformar esa capa del sistema EPSG: 25829 ETRS89 / UTM zone 29N al EPSG: 25830 ETRS89 / UTM zone 30N.



Mapa III-3. Estructura de la información gráfica de las capas de parcelas catastrales y elementos constructivos en zona de viviendas unifamiliares (detalle en el municipio de Mairena del Aljarafe)

Fuentes: Elaboración propia con datos tomados de la Dirección General de Catastro

Para ilustrar todo lo que se está comentando en este apartado, se detalla, por un lado, en el mapa III-3 la estructura constructiva de un parcelario ocupado por viviendas unifamiliares, mientras que, por otro lado, en el mapa III-4 se muestra una estructura de parcelario con viviendas plurifamiliares. En este caso la estructura es mucho más compleja y se pueden identificar construcciones en alturas que van desde la planta sótano (-I) hasta la sexta o séptima planta sobre rasante (VI, VII). Aparte de estos elementos constructivos, en la misma parcela se distinguen otros elementos de carácter diferente, como son los casos de zonas de patio/jardín (P), piscina (PI), zonas deportivas (ZD), porche (POR), transformador (TRF) o suelo sin ocupar.



Mapa III-4. Estructura de la información gráfica de las capas de parcelas catastrales y elementos constructivos en zona de viviendas plurifamiliares (detalle en el municipio de Mairena del Aljarafe)

Fuentes: Elaboración propia con datos tomados de la Dirección General de Catastro

3.2. Información alfanumérica (formato CAT)

3.2.1. Estructura del fichero

La Dirección General de Catastro ofrece también la descarga de la información alfanumérica relativa a las propiedades asociadas a las distintas parcelas catastrales. El formato en el que se descargan los datos es *.CAT, que es un formato propio del Catastro. En el fichero de descarga se compendia toda la información alfanumérica relativa a las parcelas y los bienes inmuebles. Se pueden utilizar unas plantillas para importar estos ficheros de forma normalizada, bien en formato OpenOffice o MS-Excel, para algunos de los tipos de tablas que existen: Tipo 11, 13, 14, 15 y 17. En este caso se han importado las tablas del tipo 11, registro de fincas, tipo 14, registro de construcción y del tipo 15, registro de inmuebles, que son las que permiten trabajar en la caracterización del territorio según los objetivos que se persiguen de análisis de las diferencias territoriales en el consumo doméstico de agua. Se detallan a continuación las características principales de la información alojada en estos ficheros.

3.2.2. Fichero tipo 11. Registro de Finca

La base de datos del registro de fincas tiene un registro por cada una de las entidades de referencia, la parcela catastral. Los datos son los generales de toda la parcela sin hacer referencia a las edificaciones. La cardinalidad entre la tabla del registro de fincas y la de atributos de la capa de parcelas es 1 a 1 (1:1). La información contenida en los campos hace referencia a una identificación exhaustiva de cada una de las parcelas y a su localización: identificación de la parcela catastral, domicilio tributario, localización de la parcela, datos físicos, etc.

3.2.3. Fichero tipo 14. Registro de Construcción

Ya se ha mostrado con detalle en el apartado 3.1.2 de este capítulo cómo es la estructura de la información catastral, describiéndose que cada parcela catastral queda dividida en una serie de subparcelas según las características de los elementos constructivos que se encuentran dentro de esta. Entre la información alfanumérica organizada en ficheros independientes vinculados con esta información gráfica se encuentra el fichero tipo 14. En algún proyecto consultado se ha utilizado la información que se contiene en esta base de datos para matizar el número de bienes inmuebles con determinados usos, ya que la información contenida en el fichero 15,

hace referencia al uso principal del bien inmueble y no a otros usos, que sí queda contemplado en el campo “Destino” del fichero tipo 14, ya que en este fichero se consigna la información de todas las unidades constructivas y entre ellas está la relativa a los distintos usos que se pueden definir en cada bien inmueble. En este trabajo no se ha considerado oportuno trabajar con esos datos, pues dificultaría el análisis de toda la información de los bienes inmuebles en los trabajos de caracterización de las parcelas catastrales, como unidad de observación, desde donde se trasvasa la información a las celdas, que son las unidades de análisis. Las diferencias en líneas generales no son muy grandes y se puede tomar como referencia los datos aportados por Noguero-Hernández (2016), que analiza el número de viviendas existentes en Andalucía, donde el número de bienes inmuebles con uso principal residencial y número de bienes inmuebles con al menos una construcción con destino residencial poseen una diferencia de solamente nueve mil casos para la provincia de Sevilla, lo que supone algo más del 1% sobre el total. Teniendo en cuenta además que “esta diferencia se vincula especialmente a los ámbitos rurales, en los que lógicamente el bien inmueble suele presentar un uso principal diferente al residencial, pero donde es frecuente que existan construcciones destinadas a vivienda” (Noguero-Hernández *et al.*, 2016, p. 426). Por ello se ha considerado oportuno utilizar la información contenida en la capa de elementos constructivos, como se ha comentado en el apartado 3.1.2, pero no utilizar la información alfanumérica contenida en el fichero tipo 14 y sí trabajar con la del fichero tipo 15.

3.2.4. Fichero tipo 15. Registro de Inmueble

La primera consideración que es imprescindible tener en cuenta con respecto a los ficheros del tipo 15, hace referencia a que la relación entre parcelas y bienes inmuebles no es biunívoca. Existen casos en los que dentro de una parcela aparece un solo bien inmueble, pero no siempre es así y son muchos los casos en los que dentro de una parcela existen varios bienes inmuebles diferenciados unos de otros. Todo dependerá de las decisiones que se hayan tomado al efecto por parte de los titulares de los bienes inmuebles. Este es el caso que se suele dar en los bienes organizados según el régimen de propiedad horizontal. Lo normal es que, en un edificio de viviendas plurifamiliares, o edificio de negocios, por ejemplo, exista una parcela catastral y dentro de ella todos los bienes inmuebles que forman parte del edificio o edificios contruidos dentro de la parcela.

Todos los bienes inmuebles tienen una referencia catastral única y dicha referencia es jerárquica, de tal forma que todos los inmuebles que pertenecen a una misma parcela tienen una referencia catastral en la que todos comparten la codificación de la referencia catastral de la parcela. Es decir, la referencia catastral de un bien inmueble es la referencia catastral de la parcela a la que pertenece, añadiéndole una serie de valores alfanuméricos que lo convierten en un identificador único del inmueble.

Tabla III-5. Fichero tipo 15. Registro de Inmueble

Grupo de datos	Longitud	Formato	Descripción
Tipo de Registro	2	N	Tipo de registro (15)
Identificación del bien inmueble	2	N	Código de Delegación del MEH
	3	N	Código del Municipio (según DGC)
	2	X	Clase del Bien inmueble (UR, RU, BI)
	14	X	Parcela catastral
	4	N	Número secuencial del bien inmueble (Número de Cargo) dentro de la parcela catastral
	1	X	Primer carácter de control
	1	X	Segundo carácter de control
Identificadores adicionales	8	N	Número fijo del Bien Inmueble (asignado por la Gerencia del Catastro)
	15	X	Campo para la identificación del Bien Inmueble asignado por el Ayuntamiento
	19	X	Número de finca registral, incluyendo registro de la propiedad (Registro de la propiedad 5 dígitos, sección 2 dígitos, número finca 6 dígitos, subfinca 6 dígitos)
Domicilio Tributario/Localización del bien inmueble	2	N	Código de Provincia (INE)
	25	X	Nombre Provincia
	3	N	Código del Municipio (DGC)
	3	N	Código de Municipio (INE). Excluido el último dígito de control
	40	X	Nombre del Municipio
	30	X	Nombre de la entidad menor, en caso de existir
	5	N	Código de vía pública (DGC)
	5	X	Tipo de vía o sigla pública
	25	X	Nombre de la vía pública
	4	N	Primer número de policía
	1	X	Primera letra. (Carácter de duplicado)
	4	N	Segundo número de policía
	1	X	Segunda letra. (Carácter de duplicado)
	5	N	Kilómetro (expresado con tres enteros y dos

Grupo de datos	Longitud	Formato	Descripción
			decimales)
	4	X	Bloque
	2	X	Escalera
	3	X	Planta
	3	X	Puerta
	25	X	Texto de dirección no estructurada
	5	N	Código postal
	2	N	Distrito municipal, en caso de existir
	3	N	Código del municipio origen en caso de agregación (DGC)
	2	N	Código de la zona de concentración
	3	N	Código de polígono
	5	N	Código de parcela
	5	N	Código de Paraje (DGC)
	30	X	Nombre del paraje
Información adicional	4	X	Número de orden del inmueble en la escritura de división horizontal
	4	N	Año de antigüedad del bien inmueble
Datos económicos del bien inmueble	1	X	características especiales, o de uso de los características especiales, o de uso de los bienes urbanos, según codificación establecida en los cuadros 1 y 2 que figuran al final de este ANEXO
	10	N	Superficie del elemento o elementos constructivos asociados al inmueble en el caso de fincas construidas (en metros cuadrados)
	10	N	Superficie asociada al inmueble, en el caso de solares, fincas construidas sin división horizontal o parcelas rústicas (en metros cuadrados)
	9	N	Coeficiente de propiedad respecto a la finca, en caso de división horizontal, expresado con tres enteros y seis decimales

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de la Dirección General de Catastro

Aparte de la referencia catastral del bien inmueble, en la tabla aparece la referencia de la parcela en un campo independiente. Esto permite la unión con la tabla de atributos de la capa de parcelas. En la tabla del registro de inmuebles para el espacio de análisis de este trabajo de investigación existen 185.224 registros. La cardinalidad es uno a muchos (1: ∞), puesto que la tabla destino, la tabla de atributos de la capa de parcelas, puede recibir uno o varios registros de la tabla origen, la de bienes inmuebles. La información que aparece en esta tabla es muy amplia en relación a las

características de los bienes inmuebles (ver tabla III-5) y esto permite realizar una caracterización del territorio muy completa, contemplando una serie de variables que inciden en el comportamiento que se tiene con respecto al mayor o menor consumo de agua. La información que se obtiene de esta tabla en relación con los usos de los inmuebles (residencial, comercial, industrial, educativo, deportivo, etc., tal y como se puede ver en la tabla III-6) es muy rica y muy relevante. También es muy interesante la información referente al año de construcción o reforma de los inmuebles, altura de los edificios o superficie media de las viviendas. Estas variables, junto con otras, juegan un papel destacado en el análisis de las diferencias territoriales en relación con el consumo de agua. En el capítulo V se detallan las tareas llevadas a cabo para trabajar con la información extraída de esta fuente de datos.

Tabla III-6. Codificación de los usos de los bienes inmuebles

CODIGO	USO
A	Almacén -Estacionamiento
V	Residencial
I	Industrial
O	Oficinas
C	Comercial
K	Deportivo
T	Espectáculos
G	Ocio y Hostelería
Y	Sanidad y Beneficencia
E	Cultural
R	Religioso
M	Obras de urbanización y jardinería, suelos sin edificar
P	Edificio singular
B	<i>Almacén agrario</i>
J	<i>Industrial agrario</i>
Z	<i>Agrario</i>

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de la Dirección General de Catastro

4. Fotografías aéreas

Por último, y como fuente de información para el reconocimiento e identificación del territorio, se ha utilizado el recurso de la ortofotografía, producto cartográfico que se define como una imagen digital de una zona de la superficie terrestre generada en proyección ortogonal a partir de fotografía aérea.

Se ha utilizado en este trabajo la Ortofotografía 2010-2011 color a 0.5 m de resolución generado por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Este producto constituye una de las bases de referencia oficiales para la realización de las tareas de planificación, gestión y desarrollo de todas las políticas de índole territorial, y así lo reconoce expresamente el Decreto 141/2006 de 18 de julio, de ordenación de la actividad cartográfica en la Comunidad Autónoma, siendo su aportación fundamental el proporcionar una visión global, actualizada y con precisiones cartográficas de gran nivel de detalle de todo el territorio andaluz. La Ortofotografía 2010-2011, al igual que la de 2007-2008, se ha logrado producir cubriendo toda Andalucía en solo dos años.

Tal y como se detalla en la Memoria Técnica de la Actividad Cartográfica “Ortofotografía de Andalucía” del IECA “La ejecución del vuelo será realizado en dirección Este-Oeste, entre los meses de mayo y septiembre y en un horario de manera que la altura del sol sobre el horizonte sea de 40°; las condiciones meteorológicas deben ser favorables, sin nubes, niebla o cualquier condición meteorológica adversa. Se realizará cada una de las pasadas a una altura de vuelo tal que se cumpla simultáneamente que el tamaño de pixel medio para toda la pasada sea de 0.45 m \pm 10% y que no exista más de un 10% de fotogramas en cada pasada con pixel medio del fotograma mayor a 0,50 m. En cuanto a las características de cada una de las pasadas, debe capturarse con orientación Este-Oeste con un recubrimiento longitud del 60% y un recubrimiento transversal mayor o igual al 25%, pudiéndose modificar estos valores en zonas costeras o montañosas. Además, la longitud de cada pasada no sobrepasará nunca 3 hojas del MTN50. Este vuelo, realizado con cámara digital color a 45 cm será sometido a un proceso de control de calidad para su posterior utilización en la producción de la ortofotografía. Para completar esta información consultar el Anexo 1 de Especificaciones técnicas del PNOA 50 cm”.

Estas especificaciones técnicas en la toma de datos conceden a este tipo de productos una consistencia espacial y temática muy importante y muy necesaria para poder tomarla como fuente de datos fiable en las tareas de reconocimiento del territorio y de fotointerpretación. De este modo, las fotografías aéreas se han utilizado como información de referencia y de reconocimiento del territorio en procesos de fotointerpretación para la realización de todas las operaciones necesarias en identificación de información y en la corrección de errores de los datos presentados por el resto de las fuentes de información.

Las fotografías necesarias para cubrir todo el territorio se han descargado desde la página web del IECA a través de Line@, Localizador de Información Espacial de Andalucía. Esta información está organizada en ficheros de imágenes independientes organizados siguiendo la estructura de división por hojas establecida para el Mapa Topográfico de Andalucía y todas están georreferenciadas en el sistema EPSG: 25830 ETRS89 / UTM zone 30N.

Se ha utilizado tanto Line@ como la Fototeca del IECA para descargar también la información que se puede obtener de la Ortofotografía Pancromática 1 metro/pixel (1956) y del Vuelo Fotogramétrico Analógico de los años 1984 y 1985 que ocupan todo el ámbito de trabajo. Estos dos últimos productos han servido como fuente de obtención de datos de información urbana en distintos periodos, años 50 y años 80. Con técnicas de fotointerpretación se ha podido digitalizar, generando capas de información geográfica, la evolución espacial de los núcleos urbanos pertenecientes al ámbito de trabajo. Es una información muy útil que ha permitido, junto con la información actual relativa a la segunda década del siglo XXI, analizar el crecimiento urbano que ha tenido lugar en el territorio en un período que va desde la mitad de los años 50 del siglo XX hasta la actualidad. Se puede con esto estudiar el fenómeno de evolución territorial en un ámbito de trabajo como el del Aljarafe con fuertes cambios en los usos del suelo, infraestructuras, demografía, etc. Este análisis de la evolución y sus resultados se han descrito de forma detallada en el capítulo II.

capítulo IV

aplicación metodológica

CAPÍTULO IV. APLICACIÓN METODOLÓGICA

En el primer capítulo de esta tesis se describe la metodología utilizada basada en operaciones de álgebra de mapas. En este capítulo se detallan los procesos seguidos para realizar el análisis espacial planteado. Cabe recordar que la unidad espacial de referencia en este trabajo es la celda de 250 m, que es la unidad de observación y es también la unidad de análisis.

En un análisis de este tipo es necesario realizar tareas de integración de toda la información de cada una de las celdas correspondientes para poder llevar a cabo las mencionadas operaciones de análisis espacial que permiten estudiar el proceso de consumo doméstico de agua en las distintas partes del territorio, analizando las características del mismo que más influyen en el mayor o menor grado de consumo. Mediante operaciones de álgebra de mapas y de unión espacial, se integra toda la información en las celdas de 250 m y esto permite individualizar el territorio y desarrollar algoritmos de análisis geoestadístico. Este nivel de desagregación territorial tan alto permite configurar unidades de análisis homogéneas, pero es conveniente señalar también que la regularidad espacial de estas unidades permite que la comparabilidad entre ellas sea mucho más directa que en el caso de entidades irregulares.

En el proceso de integración de la información se toman las celdas de 250 m de la capa de la Distribución Espacial de la Población, elaboradas por el IECA, como celdas de referencia. De este modo, utilizando los correspondientes geoprocursos se trasvasa la información de consumo de agua y los que se han tomado de la información catastral. Así, se tiene para cada celda el consumo de agua por habitante, por un lado, y las características urbanísticas de la misma que permiten explicar los factores que influyen en el consumo, por otro.

Se cuenta con la totalidad de las celdas y toda la información asociada a cada una de éstas de forma independiente. Con esto se pueden realizar las correspondientes operaciones de análisis de la información que permiten caracterizar cada una de las celdas. Estas tareas se resumen de la siguiente forma:

- Análisis de tendencias en el consumo según características urbanas de las celdas

- Síntesis de resultados para las entidades de análisis
- Definición de zonas de análisis territorial
- Definición y asignación de los valores de ponderación

Antes de todo esto, son necesarias una serie de tareas de gestión de la información imprescindible para realizar las operaciones de análisis y son las que se describen a continuación.

1. Distribución espacial de la población en el Aljarafe

Para llevar a cabo las operaciones necesarias se ha extraído de la capa de celdas con la distribución de la población, aquellas que se corresponden con los 29 municipios del área de trabajo. Queda una capa formada por 1.412 celdas de 250 m de lado con población residente, sobre un total de 24.310 que son las que cubre el total de la superficie de los 29 municipios en la capa de la malla de 250 m. Esto supone que la población ocupa el 5,81% de las celdas de todo el territorio. Hay 22.898 celdas donde no existe población residente registrada, aunque puede contar con algún tipo de actividad humana, bien sea agrícola o urbana no residencial. A partir de aquí se ha generado una nueva capa en formato *shapefile* con el nombre de “grid_pob_250_14.shp” que ha sido la capa de referencia para las operaciones de análisis en todo este trabajo.

2. Distribución espacial del consumo doméstico de agua de Aljarafe. Georreferenciación de las acometidas

En el apartado 2 del capítulo III se describen las características de la información aportada por Aljarafe con datos sobre el consumo doméstico de agua en las distintas acometidas de suministro dentro del área de trabajo. A partir de este fichero se han realizado las operaciones de geocodificación de esta información. Cada acometida se corresponde con una póliza de contrato para el suministro de agua. El resultado final se observará posteriormente que es la generación de una capa con el nombre de “Acometidas.shp”. Es una capa con topología puntual con todas las acometidas referenciadas. Consta de una tabla de atributos con datos de consumo por trimestre de facturación desde el año 2000 hasta 2015 con datos expresados en m³.

En este apartado se van a ir describiendo los pasos seguidos para realizar el proceso de geocodificación del conjunto de 162.173 direcciones postales correspondientes a viviendas, organismos públicos y/o privados, espacios públicos, así como establecimientos con actividad económica de los municipios de la zona de servicio de Alfarafesa. Por geocodificación se entiende la asignación de una coordenada X e Y de la base alfanumérica de portales y viales del Callejero Digital de Andalucía Unificado (CDAU) a las direcciones postales del fichero a geocodificar, el de las acometidas, usando como nexo de unión entre ambos ficheros las direcciones postales de ambos. Hay que indicar que para llevar a cabo este proceso también ha sido necesario realizar previamente la normalización de alguna de las variables que componen la dirección postal del fichero a geocodificar. Por último, al igual que en la georreferenciación de la población realizada por el IECA, la aplicación informática utilizada para llevar a cabo estos procesos ha sido *aLink*.

Como se puede suponer, este ha sido un proceso muy complejo, el más complejo de todos los realizados, pero a su vez clave para conseguir que los objetivos que se persiguen puedan realizarse de forma correcta y que se consigan unos resultados ajustados a la realidad. Se ha descrito, fundamentalmente en el capítulo III, que las otras fuentes de datos que se han utilizado poseen su correspondiente georreferenciación dentro de un sistema de referencias estándar y que, en ese sentido, son datos muy consolidados y espacialmente homogéneos. Es por todo ello, que resulta obligado conseguir que los datos de consumo de agua se presenten también georreferenciados en el mismo sistema de coordenadas que el resto de los datos. Es una operación, como se ha dicho, compleja, entre otras cosas porque se trata de más de 162.000 direcciones a las que hay que asignar las coordenadas que le corresponden. El procedimiento se basa en la comparación de direcciones postales en dos bases de datos diferentes, la de Aljarafesa y la del CDAU, que tienen que estar lo más homogeneizadas posibles, para que las operaciones de unión se puedan realizar con éxito y en procesos que no sean más laboriosos de lo necesario.

Para ello se requieren unos datos de origen con una mínima homogeneidad y estructura, que permitan su normalización. Es necesario también utilizar herramientas lo suficientemente contrastadas y consolidadas, que faciliten las operaciones de normalización y geocodificación de los ficheros. Y por último, es necesario contar con un conocimiento profundo de la información espacial a este nivel de desagregación, puesto que las operaciones de vinculación a través de las aproximaciones postales conllevan una serie de dificultades que hay que ir resolviendo en un proceso complejo

de toma de decisiones, para filtrar la mejor opción dentro de todas las que ofrece la herramienta en cada una de sus fases. Este no es, como se puede entender, un procedimiento puramente automático, sino que, como es habitual cuando se trabaja con este tipo de información, requiere de una serie de operaciones “*manuales*” para seleccionar la opción más correcta en cada caso.

Esta complejidad hace que este proceso de geocodificación resulte, a su vez, muy interesante, en cierto modo, uno de los que más interés ofrece, de todos los que se han llevado a cabo. Además es un proceso que permite sacar unas conclusiones muy interesantes. No solo en lo que respecta a la potencialidad de la información referenciada en un grado de desagregación muy amplio, sino en cuanto al análisis de la información georreferenciada, en sus dificultades y en la necesidad de avanzar en las tareas de generalización de la referenciación espacial de la información de detalle. No solo la de consumo de agua, sino de cualquier otro tipo de información, ya que esto permitirá el desarrollo de las tareas de integración de la información demográfica con la de otras variables estadísticas.

De este modo, resulta muy interesante detenerse, como se va a hacer en este apartado 2, en describir todo el proceso de georreferenciación de las acometidas. Se entiende así su dificultad, el interés que esta tiene, y se puede profundizar en la comprensión del concepto de georreferenciación. Se entiende mejor, por otro lado, cómo es el proceso que lleva a cabo el IECA para referenciar la población residente en Andalucía al portal que le corresponde, ya que el procedimiento que se sigue en esta fase de trabajo cuenta con muchas similitudes, tal y como se puede comprobar en el capítulo III. Todo esto sirve además para entender mucho mejor la estructura de los datos, sus fortalezas y sus debilidades y por lo tanto permite controlar mucho mejor la información, y ayuda en la toma de decisiones que en cada momento sea necesario adoptar.

Como introducción a todo este proceso, la sucesión de tareas que se han llevado a cabo, se pueden resumir de la siguiente forma: inicialmente se realiza un análisis de los ficheros de trabajo, que son, por un lado el fichero a geocodificar (el de las acometidas) y, por otro, los ficheros de referencia para la geocodificación (los dos de CDAU). El paso siguiente consiste en el tratamiento previo de los ficheros para su normalización, imprescindible para facilitar la geocodificación. Este proceso cuenta con una serie de tareas, como son la de indexación y, posteriormente la de geocodificación a portal exacto, a portal cercano y, en un último paso, al centro de la vía. Después de

realizados todos estos procesos, se obtiene un fichero geocodificado final, que permite la generación de una capa con las acometidas de suministro y su correspondiente consumo doméstico de agua georreferenciado.

2.1. Ficheros de trabajo

Antes de empezar a trabajar con cualquier fichero resulta fundamental analizar las variables del mismo, así como su contenido para obtener un resultado de calidad tanto en el proceso de normalización como en el proceso de enlace.

2.1.1. Fichero de trabajo a geocodificar

El contenido del fichero de trabajo a geocodificar se muestra en la tabla IV-1 donde se nombran y describen las variables que lo componen. Se han eliminado de esta base de datos los datos de consumo doméstico de agua para eliminar peso en el fichero, agilizar los procesos y evitar riesgos de pérdida de información o corrupción de los datos.

Tabla IV-1. Diseño de registro del fichero a geocodificar

Variable	Descripción
Cod_ord2	Código de ordenación del fichero completo
Dirección	Dirección postal completa de la vivienda, organismo, espacio público o establecimiento sin incluir el municipio donde se ubica el mismo
Dirección2	Dirección postal completa de la vivienda, organismo, espacio público o establecimiento incluyendo el municipio donde se ubica el mismo
CodMun	Código INE del municipio donde se ubica la dirección postal
Municipio	Literal del municipio donde se ubica la dirección postal
Sigla	Abreviatura del tipo de vía de la dirección postal a dos caracteres
Vía	Nombre de vía de la dirección postal
Portal	Número o portal de la dirección postal
Bloque	Bloque asociado a la dirección postal
Escalera	Escalera asociada a la dirección postal
Planta	Planta asociada a la dirección postal
SumPuerta	Puerta asociada a la dirección postal
SumAcceso	Acceso asociado a la dirección postal
Ampl.domilicio	Información adicional que complementa la dirección postal

Fuente: Elaboración propia, datos tomados del fichero aportado por Aljarafesa

Al observar la información que se tiene sobre la dirección postal del fichero a geocodificar se podría pensar que no haría falta normalizarla, ya que parece que la dirección se encuentra segmentada de una forma coherente. Sin embargo, para que el proceso de geocodificación sea más eficiente se va a normalizar la variable *sigla*, que contiene las abreviaturas del tipo de vía, para que valores del tipo “C”, “CL”, “AV”, “CM”, “CT”, etc. se transformen en valores normalizados como “calle”, “avenida”, “camino”, “carretera”, etc. Asimismo, se va a normalizar la variable *portal*, que contiene el número o portal asociado a la dirección postal, para que portales del tipo “2-A”, “5-Bis”, “13-15”, etc. se transformen en los valores que se pueden consultar en la tabla IV-2.

Tabla IV-2. Normalización de portales del fichero a geocodificar

portal	ein (entidad inferior de numeración)	cein (calificador de la entidad inferior de numeración)	esn (entidad superior de numeración)	cein (calificador de la entidad superior de numeración)
2-A	2	A		
5-Bis	5	Bis		
13-15	13		15	
0- n mz:1	0			
10- dcha	10			
18-1	18	1		
18-A- mz-5	18	A		

Fuente: Elaboración propia, partiendo de operaciones realizadas con *aLink*

La razón por la que se ha realizado este proceso de normalización en ambas variables se debe a que los ficheros que se utilizan como fuente de referencia para obtener las coordenadas X e Y, tienen dichas variables en estos mismos formatos.

2.1.2. Ficheros de referencia para la geocodificación

Para llevar a cabo el proceso de geocodificación se han utilizado dos ficheros de referencia en formato CSV con elementos separados por el carácter “;”, los cuales contienen información alfanumérica del Callejero Digital de Andalucía Unificado. En concreto, se ha trabajado por un lado con el fichero que contiene las coordenadas X e Y, de todos los portales de las vías de Andalucía (fichero “CDAU_portales”) y por otro, con el que contiene las coordenadas X e Y de los centros de las vías de Andalucía

(fichero “CDAU_viales”). Estos dos ficheros de referencia no contienen toda la información disponible en CDAU, sino aquella que se ha considerado relevante para el proceso de geocodificación y se han descargado desde la web del Callejero de Andalucía, teniendo como fecha de referencia el 1 de enero de 2017. En las tablas IV-3 y IV-4 se pueden consultar los diseños de registro y contenido de los mismos.

Tabla IV-3. Diseño de registro de “CDAU_portales”

Variable	Descripción	Tipo de datos	Long	Observaciones
ID_POR_PK	Código de portal CDAU	Entero	9	
ID_VIAL	Código vía CDAU	Entero	9	
INE_CPM	Código INE del municipio	Texto	5	
INE_CUNC	Código INE del núcleo o entidad de población	Texto	6	Código INE de la entidad de población inferior al municipio
INE_VIAC	CÓDIGO VÍA INE	Texto	5	Contiene el código INE de la vía corto. Procede del código INE_VIA largo que se compone de 5 primeros dígitos que corresponden al código del municipio y 5 dígitos finales que corresponden al código de la vía. El código INE_VIA corto no incluye los 5 primeros dígitos del código de municipio
COD_POSTAL	Código postal	Texto	5	
NTVIA	Tipo de vía normalizado	Texto	100	
NVIA	Nombre de vía normalizado	Texto	100	Si no tiene o se desconoce “SIN NOMBRE”
NUM_POR_DESDE	Entidad inferior de numeración	Entero		Número del portal. Es obligatorio si se trata de un portal o punto kilométrico. Si es un diseminado, se anota como nulo
EXT_DESDE	Calificador de entidad inferior de numeración	Texto	20	Extensión inicial. Por ej. si se tiene el portal 8A entonces NUM_POR_DESDE=8 Y EXT_DESDE=A.
NOM_TIPO_AGRUPACION	Tipo de agrupación	Texto	100	Entre sus valores están: actividad productiva, urbanización, barrio, barriada, etc.
NOM_AGRUP	Nombre de agrupación	Texto	100	Nombre de la

Variable	Descripción	Tipo de datos	Long	Observaciones
				agrupación
TXT_APP	Otros datos de ubicación	Texto	200	Nombre por el que se conoce un edificio o si se trata de un diseminado puede ser el nombre del lugar, paraje, cortijo, etc.
X	Coordenada X	Numérico	12	En Sistema de Referencia 25830. 6 valores enteros y hasta 5 decimales
Y	Coordenada Y	Numérico	13	En Sistema de Referencia 25830. 7 valores enteros y hasta 5 decimales

Fuente: Elaboración propia, datos tomados del Callejero Digital de Andalucía Unificado, IECA

Tabla IV-4. Diseño de registro de “CDAU_viales”

Variable	Descripción	Tipo de datos	Long	Observaciones
ID_VIAL	Código vía CDAU	Entero	9	Relación con la vía a la que pertenece el portal
INE_VIA	Código vía INE	Texto	10	Contiene el código INE de la vía largo. Los 5 primeros dígitos corresponden al código INE del municipio y los 5 finales al código de la vía
INE_VIAC	Código vía INE corto	Texto	5	Contiene los 5 últimos dígitos del código INE de la vía largo
DGC_VIA	Código vía catastro	Entero	5	Código de vía de la Dirección General de Catastro
TVIAN	Abreviatura del tipo de vía	Texto	5	
NOM_TIP_VIA	Tipo de vía normalizado	Texto	100	
NOM_VIA	Nombre de vía normalizado	Texto	100	Si no tiene o se desconoce “SIN NOMBRE”
SOBRENOMBRE	Nombre alternativo de la vía	Texto	4	No coincide con nombre oficial
INE_MUN	Código ine del municipio	Texto	5	
NOM_MUNICIPIO	Nombre del municipio	Texto	100	
X	Coordenada X	Numérico	12	En Sistema de Referencia 25830. 6 valores enteros y hasta 5 decimales
Y	Coordenada Y	Numérico	13	En Sistema de Referencia 25830. 7 valores enteros y hasta 5 decimales

Fuente: Elaboración propia, datos tomados del Callejero Digital de Andalucía Unificado, IECA

Una vez analizado el contenido de los ficheros que se van a utilizar en el proceso de geocodificación, así como las variables que los componen, la siguiente tarea es la de normalizar las variables *sigla* y *portal* del fichero de trabajo a geocodificar.

2.2. Tratamiento previo de los ficheros

Antes de realizar cualquier proceso con *aLink*, es conveniente realizar un tratamiento previo de todos los ficheros que se vayan a utilizar, con el objetivo fundamental de estandarizar su formato y recodificarlos al sistema de codificación de caracteres UTF-8. El fichero original a geocodificar se encuentra en formato Excel, pero la aplicación *aLink* requiere para trabajar ficheros de datos en formato CSV cuyos elementos estén separados por el carácter “;”. Se ha utilizado para ello la herramienta “Tratamiento previo” que proporciona la aplicación. Mediante este proceso no sólo se realiza una conversión al formato CSV, sino que también se realiza, automáticamente, una recodificación de los datos al sistema de codificación UTF-8, así como la eliminación de símbolos y elementos que por su codificación pueden provocar fallos en los futuros procesos de normalización o enlace. A título de ejemplo, el carácter “ñ” se ha sustituido por los caracteres “kk”. Esta sustitución se ha tenido en cuenta en el resultado final, reemplazándose posteriormente todos los elementos “kk” por “ñ” para deshacer el cambio y volver a tener todos los elementos escritos correctamente. Por otro lado, el carácter “,” cuando se encuentra entre dos valores numéricos se convierte en el signo “+”. Esta sustitución también se ha deshecho al finalizar el proceso de geocodificación para disponer de la información tal y como se encontraba en el fichero original.

Este proceso de tratamiento previo se ha realizado también para los ficheros de “CDAU_portales” y “CDAU_viales”, independientemente de que estos ya están en formato CSV y sus elementos están separados por el carácter “;”. El modo de proceder ha sido el mismo que en el caso anterior, solo que en estos dos casos el formato de los ficheros es CSV en lugar de Excel.

2.3. Normalización del fichero tratado

El proceso de normalización de un fichero de datos puede realizarse íntegramente a partir de la Herramienta de Normalización y se realiza para facilitar la fusión con los ficheros de CDAU. En este caso la normalización de la variable *sigla*, que contiene las

abreviaturas de tipos de vía, se ha realizado automáticamente usando *aLink*, mientras que la normalización del campo *portal* se ha realizado manualmente utilizando filtros en dicha variable.

Para la normalización del campo *sigla* se han introducido los siguientes parámetros:

Tipo de normalización: se ha seleccionado la opción “*Direcciones postales*” ya que se quiere normalizar el campo tipo de vía de la dirección postal.

Requerimientos del sistema: se ha escogido la pestaña “*Direcciones postales*”, especificando:

- **Campo a normalizar:** en este caso es el campo *sigla*.
- **Lista de corrección:** se ha indicado la ruta en la que se ubica la lista de corrección de direcciones. Las listas de corrección son archivos que permiten limpiar los ficheros de caracteres o cadenas que el usuario considere oportuno sustituir. Por ejemplo, símbolos del tipo “\$”, “(”, “|” pueden ser sustituidos por espacios en blanco.
- **Tablas de búsqueda:** en este apartado se ha especificado la ubicación del directorio en el que se encuentran las tablas de búsqueda asociadas a direcciones, que son las que deben utilizarse en cualquier proceso de fusión de ficheros para la geocodificación. Estas tablas las trae implementadas *aLink* por defecto y, al igual que la lista de corrección, son editables por el usuario. Las tablas de búsqueda son ficheros que contienen cadenas de caracteres que hacen referencia a un mismo elemento común (tipos de vías, municipios, provincias, etc.), junto con las cadenas o valores estandarizados por los que se desean reemplazar. Estas tablas, además de sustituir cada elemento o valor del campo a normalizar por su valor estandarizado, asignan una etiqueta a cada elemento. Por ejemplo, la tabla de búsqueda de los tipos de vía contiene cadenas de caracteres como “c/”, “c”, “cl”, que serán reemplazados por “calle” y etiquetados con la etiqueta TV (*Tipo de Vía*). Estas etiquetas juegan un papel importante a la hora de segmentar la información de la dirección postal.
- **Modelo oculto de Markov:** los Modelos Ocultos de Markov (en inglés *Hidden Markov Models* o HMM) son ficheros con extensión HMM que tratan de reconocer el patrón o estructura que con más probabilidad siguen los datos del campo a normalizar (en este caso el campo *sigla*), permitiendo segmentar dichos datos en los campos o variables que se seleccionen. En este proceso se ha seleccionado el

modelo HMM de direcciones a medida, ya que se pretende que la herramienta realice únicamente la normalización del campo tipo de vía abreviado.

El archivo de salida normalizado contiene todos los campos tratados del fichero original, junto con los campos de salida que se han escogido, en este caso *tipo_de_vía*. Además, incluye una columna adicional denominada “*validacion*”, que sirve para analizar la calidad del proceso de normalización de cada registro. Una vez realizado el proceso de normalización se ha realizado la validación para comprobar si éste se ha realizado correctamente. La variable de validación del fichero toma los valores 0 o 1.

- **Valor 0:** indica que no existe ninguna incoherencia que pueda denotar una mala normalización. Se puede dar por correcta, pero a pesar de esto, se ha realizado una revisión de los registros que tienen este valor, ya que en algunos casos la normalización puede ser incorrecta. Por ejemplo, en el caso del archivo que se ha tratado en este proyecto prácticamente todo el campo *sigla* (154.576 registros) se ha normalizado correctamente. No obstante, existen 7.580 registros con valor “0” en la variable validación y variable *tipo_de_vía* vacía. Estos casos han aparecido debido a que los tipos de vía “at”, “au”, “at”, “ba”, “cj”, “gl”, “pg”, “pq”, “pr”, “rs”, “rt”, “sd”, “ur”, “vr” no estaban incluidos en las tablas de búsqueda de tipos de vía y por lo tanto *aLink* no ha podido asignarles su valor normalizado. En este caso había dos opciones: editar la tabla de búsqueda de tipos de vía insertando los valores anteriores junto con sus correspondientes valores normalizados y volver a normalizar el fichero o bien, como muchos de los viales se repetían en bastantes ocasiones, normalizar estos valores manualmente aplicando filtros en la variable *sigla*.

Observando los registros se ha escogido la segunda opción y para ello se construyeron dos nuevas variables *tvia_n* que es una copia de la variable *tipo_de_vía* en la que se han normalizado aquellos valores que no se consiguieron normalizar con *aLink* y la variable *nvia_n* que es una copia de la variable *vía*, en la que se han normalizado algunos de los literales de los nombres de vía como consecuencia de normalizar manualmente el campo *tipo_de_vía*. El objetivo es que tanto los tipos como los nombres de vía coincidan con los que aparecen en CDAU, y así el proceso de geocodificación sea más efectivo.

- **Valor 1: advierte que el valor del campo a normalizar podría estar incorrectamente normalizado.** En general, los errores se detectan si existen valores en los campos de salida que son incoherentes con el tipo de campo, por ejemplo, si aparece un número en el campo tipo de vía o si el campo a normalizar está vacío. En este caso aparecen 17 registros con valor 1 porque el campo *sigla* se encuentra vacío.

Por otro lado, en lo que concierne a la normalización del campo *portal* este proceso se ha realizado manualmente elaborando filtros sobre dicha variable y generando las variables auxiliares *ein* (entidad inferior de numeración), *cein* (calificador de la entidad inferior de numeración), *esn* (entidad superior de numeración) y *cesn* (calificador de la entidad superior de numeración) en las que se iba introduciendo información según los siguientes criterios:

- Si el portal es del tipo “18-1”, entonces el valor “18” se ha incluido en el campo *ein* y el valor “1” en el campo *cein*, es decir, si en el portal aparecen dos números donde el primero de ellos era superior al segundo, la decisión ha sido tomar el valor mayor como valor del portal y el menor como el valor del calificador del portal.
- Si el portal es del tipo “18-20”, entonces el valor “18” se ha incluido en el campo *ein* y el valor “20” en el campo *esn*, es decir si en el portal aparecen dos números donde el primero de ellos es inferior al segundo, la decisión ha sido tomar el menor valor como el número inferior del portal y el mayor como el número superior.

Si el portal es del tipo “5-a”, o “5-bis”, entonces el valor numérico se ha incluido en el campo *ein* y el valor de tipo carácter se ha incluido en el campo *cein*, no obstante si el valor es del tipo “5-primera”, “5-dch” o “1-mz-3”, entonces solo se ha considerado como número de portal el valor “5” o el valor “1”. Es decir, en el campo *ein* se ha incluido el valor “5” o el valor “1”, pero los valores “primera”, “dch” o “mz-3” no se han incluido en ninguno de los campos auxiliares generados.

2.4. Geocodificación del fichero

Tras la normalización de las variables *sigla* y *portal* se ha procedido a geocodificar los registros mediante un enlace de ficheros entre las direcciones postales normalizadas del fichero de trabajo y las direcciones postales de los ficheros de referencia:

CDAU_portales y CDAU_viales. De esta unión no solamente se obtienen las coordenadas X e Y asociadas a cada dirección postal sino otros campos de los ficheros de referencia que se consideran útiles para complementar la información de la geolocalización.

Antes de explicar en qué consiste el proceso de geocodificación hay que tener en cuenta las equivalencias entre los campos del fichero de trabajo (a geocodificar) y los campos del modelo de datos de “CDAU_portales” y “CDAU_viales”, tal y como se detalla en la tabla IV-5.

Tabla IV-5. Equivalencia de campos o variables

Campos normalizados del fichero a geocodificar	Campos normalizados de CDAU_portales	Campos normalizados de CDAU_viales
tvia_n	ntvia	nom_tip_via
nvia_n	nvia	nom_via
ein_n (entidad inferior de numeración)	num_por_desde	-
cein_n (calificador de entidad inferior de numeración)	ext_desde	-
esn_n (entidad superior de numeración)	-	-
cesn_n (calificador de entidad superior de numeración)	-	-
codmun	ine_cpm	ine_mun

Fuente: Elaboración propia

La geocodificación de un fichero depende tanto de sus datos de partida como de la disponibilidad de información de los ficheros de referencia utilizados para asignar las coordenadas a las direcciones postales. Ello implica, entre otras consideraciones, lo siguiente:

- No podrán ser geocodificadas a un portal exacto aquellas direcciones postales que no dispongan de número de vía o portal. Por ello, es recomendable analizar bien el fichero y controlar, entre otras cosas, cuántas de las direcciones tienen número de vía y cuántas no.

Es posible que a algunas direcciones postales que dispongan de toda la información (tipo de vía, nombre de vía y número de vía) no se les pueda encontrar su equivalente en el fichero de referencia, debido a que este último no está completo o actualizado.

Ante la imposibilidad de geocodificar a un portal exacto todas las direcciones postales de un fichero, se plantea la posibilidad de geocodificar a portales cercanos y, en el caso de tampoco lograrlo, la geocodificación a centros de vía. En definitiva, éste es el orden de prioridad que se ha seguido en este proceso de geocodificación:

- A. Geocodificación a portal exacto, tal y como se ha descrito en los párrafos anteriores.
- B. Geocodificación a portal cercano, una vez agotadas las posibilidades de geocodificación a portal exacto. En este caso se consideran portales cercanos aquellos que presentan una diferencia como máximo de cinco portales, pero con la restricción de estar en la misma acera de la calle.
- C. Geocodificación al centro de la vía, una vez agotadas las posibilidades de geocodificación a portal exacto y cercano. En este caso la precisión de la coordenada dependerá del tipo de vía, ya que, por ejemplo, asignar una coordenada de centro de vía a una plaza quizás podría considerarse como algo equivalente a un portal cercano, mientras que al asignar una coordenada al centro de la vía a una carretera se podría perder bastante precisión en el enlace, teniendo en cuenta que en “CDAU_portales” los puntos kilométricos solo aparecen como valores enteros sin decimales. Lo mismo ocurriría con vías que son cortas o muy largas. Para las cortas, la precisión del proceso de enlace sería mayor mientras que para vías largas la precisión sería mucho más baja.

No obstante, entre proceso y proceso, y tras realizar correcciones en los de normalización, se puede volver a intercalar algún proceso a portal exacto o cercano si se considera necesario.

A continuación, se detallan los pasos seguidos para realizar el desarrollo completo de geocodificación. Para cada tipo de geocodificación (portal exacto, portal cercano o centro de vía) se explica cada procedimiento, aunque será más detallado en el primero de los casos, puesto que parte de las tareas se repiten en los procesos posteriores. La geocodificación se va a realizar con la Herramienta de Enlace de *aLink*, usando los campos comunes que se han indicado anteriormente entre el fichero normalizado y los ficheros de CDAU de portales y viales. El fichero de “CDAU_portales” se utilizará para la geocodificación a portal exacto y cercano, mientras que el de “CDAU_viales” para la geocodificación a centros de vía.

2.4.1. Indexación

Previo al proceso de enlace propiamente dicho, se han indexado de manera obligatoria los tres ficheros que se van a utilizar, es decir, tanto el fichero normalizado en el paso anterior como los ficheros de portales y viales del CDAU. Con el proceso de indexación lo que se pretende es que todos los registros se encuentren identificados de forma unívoca y que tengan un índice exactamente igual que el que genera la herramienta *aLink* cuando obtiene los pares de registros enlazados. Al indexar los tres ficheros se han generado otros tres nuevos.

2.4.2. Geocodificación a portal exacto

En este proceso se han enlazados las direcciones postales del fichero a geocodificar, considerado como fichero A por *aLink*, con las del fichero de referencia “CDAU_portales”, que en *aLink* se considera como fichero B. Se pretende enlazar las direcciones postales de ambos ficheros teniendo en cuenta la siguiente información: tipo de vía, nombre de vía, número de portal y el municipio donde se ubican las direcciones postales. Si se produce un enlace se obtiene una geocodificación a portal exacto. Seguidamente se explican los ocho pasos que se han ejecutado a través de la interfaz de la Herramienta de Enlace de *aLink*.

- a. Selección de los ficheros a enlazar. En la interfaz de la Herramienta de Enlace de *aLink* se introducen los dos ficheros que se quieran enlazar, con el objetivo de asignar coordenadas geográficas a las direcciones postales del fichero que se quiere geocodificar. Como Fichero A se selecciona el de las direcciones de las acometidas de Aljarafe ya normalizado e indexado, y como Fichero B el fichero del que se extraerán las coordenadas, el de los portales de CDAU.

En el proceso de enlace hay dos fases, la de Análisis Exploratorio y la de Agrupación. El análisis exploratorio permite realizar un breve análisis estadístico de los ficheros, con el objetivo de identificar qué variables pueden ser las óptimas para la fase de agrupación, que es el siguiente paso. En este caso no se ha usado esta funcionalidad, ya que previamente se han analizado las variables y su contenido y se ha pasado directamente a la fase de agrupación.

- b. Fase de agrupación. La fase de agrupación de variables es fundamental en el proceso de geocodificación porque reduce el número de comparaciones de registros que realiza la aplicación. En esta etapa se trata de encontrar variables

comunes en los dos ficheros que permitan agrupar los registros de ambos y comparar solo aquellos pares de registros que estén dentro del mismo grupo. Los pares de registros que estén en grupos distintos no se compararán reduciéndose así el número de comparaciones.

Al geocodificar, el municipio es una de las variables habituales que permite reducir o agrupar los registros para realizar las comparaciones. Al considerarla en *aLink* como una de las variables de agrupación, la aplicación sólo realiza comparaciones entre registros que se encuentren en el mismo municipio. Para facilitar el proceso se ha utilizado el código INE del municipio.

En este caso se ha seleccionado en *aLink* el método y la variable de agrupación a través de la cual se construirán los grupos de registros que se van a comparar. En concreto, el método utilizado ha sido *BlockingIndex* y la variable de agrupación se ha construido concatenando tres variables comunes en ambos ficheros: código INE del municipio, el tipo de vía normalizado y el número de portal normalizado. Esta variable de agrupación ha permitido agregar registros, de forma que todos los que tienen el mismo tipo de vía, el mismo número de portal y están en el mismo municipio se han incluido en el mismo grupo. Por ejemplo, todos los registros del fichero A que tengan valores en la variable de agrupación “41001avenida1” entran en un grupo, los que tengan valor “41001avenida2” entran en otro, los que tengan valor “41001calle1” entran en otro, etc. Lo mismo ocurre para los registros del fichero B.

- c. Fase de comparación. Esta etapa consiste en comparar los registros incluidos en cada uno de los grupos del fichero A con los registros que se encuentran en los grupos equivalentes del fichero B. El objetivo es determinar qué pares de registros corresponden a la misma entidad. Para ello se utilizan una serie funciones de comparación que permiten confrontar cadenas de caracteres y cadenas numéricas, tanto de forma exacta como aproximada. En este caso la única variable que falta por utilizar en el proceso de enlace es el nombre de vía y por tanto va a ser la variable a comparar.

En el proceso se han especificado los pesos de coincidencia, de no coincidencia y de valor perdido, y en este caso se han mantenido los que la aplicación trae por defecto. Esto implica que a los valores del nombre de vía comparados que sean muy similares se les ha asignado un peso de coincidencia cercano a 1 y, por el

contrario, aquellos que sean muy diferentes tendrán un peso de coincidencia más próximo a 0. Se asigna el 1 a los que coinciden exactamente y 0 a los que difieren totalmente.

Para realizar este proceso de geocodificación a portal exacto no hace falta introducir ninguna variable de comparación más. El número de vía, el tipo de vía y el código INE del municipio ya se han incluido como elementos de la variable de agrupación y, por lo tanto, cualquier comparación realizada por la aplicación se hace bajo el condicionante de que los registros comparados coincidan en el número de vía, el tipo de vía y estén en el mismo municipio.

- d. Fase de clasificación. El objetivo de esta fase es clasificar los pares de registros comparados en enlaces, posibles enlaces o no enlaces. Para esta fase se ha utilizado el método de clasificación *FellegiSunter*, el cual requiere la inclusión de dos valores umbral para establecer los puntos de corte a partir de los cuales la aplicación *aLink* considera que un par de registros comparado es un enlace, un no enlace o un posible enlace.

No existe un criterio único a la hora de establecer los umbrales, pero se deben tener en cuenta los pesos de coincidencia asignados en la fase de comparación a cada variable equiparada. En ocasiones pueden existir enlaces que tengan pesos de coincidencia relativamente bajos, por lo que dependiendo de los resultados obtenidos puede ser recomendable bajar el umbral inferior. Esta decisión tiene como consecuencia que posteriormente se deberán revisar un mayor número de comparaciones.

- e. Generación de los ficheros de enlaces, posibles enlaces y no enlaces. En esta fase se han seleccionado los ficheros de salida que se quieren obtener del proceso de enlace. En este caso se seleccionan los tres ficheros con parejas clasificados como enlaces, como no enlaces o como posibles enlaces. Al ejecutar este proceso, la aplicación dispone ya de todos los parámetros necesarios para realizar las comparaciones entre los registros de ambos ficheros, y establecer a su vez los enlaces, los posibles enlaces y los no enlaces.
- f. Evaluación del proceso y resultados. Una vez finalizado el proceso se realizan dos consultas de *Evaluación y Resultados*. En la primera aparece un histograma que representa el número de parejas en función del peso total del par comparado (ver figura IV-1).

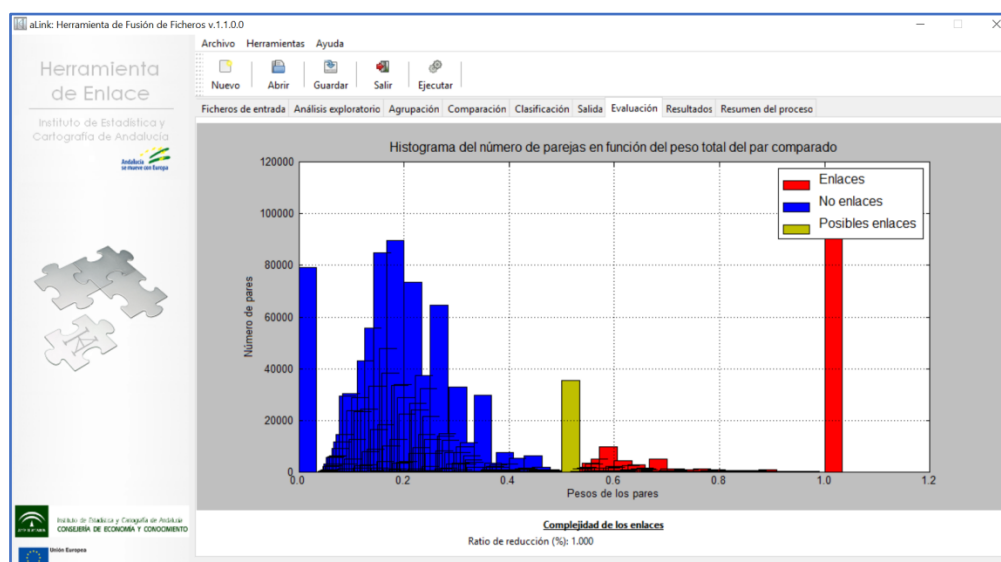


Figura IV-1. Histograma

Fuente: *aLink*

Lógicamente, el número de parejas consideradas como no enlaces es mucho mayor y están concentradas en torno al peso 0.2. Debe tenerse en cuenta que cada dirección postal del fichero que se quiere geocodificar es comparada con cualquier dirección del mismo municipio que coincide en el número de vía y en el tipo de vía. Por el contrario, los registros considerados como enlaces se concentran mayoritariamente en torno a los valores 1 y 0.6.

En *Resultados* aparece un gráfico de sectores en el que se representan los enlaces, los posibles enlaces y los no enlaces. En este caso, partiendo de los 162.173 registros iniciales se han realizado 13.555.850 de comparaciones, de las cuales 221.420 se han clasificado como enlaces, 0 como posibles enlaces, y 13.334.310 como no enlaces.

- g. **Análisis del fichero de enlaces.** En el proceso anterior se han generado tres ficheros con los enlaces, posibles enlaces y no enlaces. Los tres ficheros generados tienen la misma estructura y en este caso solamente se ha revisado el fichero de enlaces para determinar cuáles de los registros enlazados son realmente enlaces, puesto que el fichero de posibles enlaces está vacío y el fichero de no enlaces tiene un número muy elevado de pares de registros.

1	A	B	C	D	E	F
	rec_id1	rec_id2	peso_total	Edit-Dist nvia n nvia rec1	Edit-Dist nvia n nvia rec2	Edit-Dist nvia n nvia
23030	rec_id_a -116375	rec_id_b -2315976	1.0	granaina	granaina	1.0
23031	rec_id_a -116375	rec_id_b -2314830	0.75	granaina	granada	0.75
23032	rec_id_a -116375	rec_id_b -2315963	0.625	granaina	francia	0.625
23033	rec_id_a -116375	rec_id_b -2314097	0.583333333333333	granaina	gran capitán	0.583333333333333
23034	rec_id_a -116375	rec_id_b -2315795	0.555555555555556	granaina	argentina	0.555555555555556
23035	rec_id_a -116375	rec_id_b -2313074	0.5	granaina	trajano	0.5
23036	rec_id_a -116375	rec_id_b -2314186	0.5	granaina	guadiana	0.5
23037	rec_id_a -116375	rec_id_b -2314664	0.5	granaina	triana	0.5
23038	rec_id_a -116375	rec_id_b -2315992	0.5	granaina	grecia	0.5

Figura IV-2. Detalle del fichero de enlaces

Fuentes: *aLink*

El fichero de enlaces contiene un total de 221.420 filas. Al realizar el proceso de enlace con *aLink*, un mismo registro se ha podido enlazar con varios de CDAU (ver figura IV-2). Se han detectado los registros del fichero a geocodificar que se encuentran en esta situación para generar posteriormente un fichero de enlaces único, es decir, donde cada registro del fichero a geocodificar se una a uno único de “CDAU_portales”. En este caso el par de registros que se ha considerado como un enlace correcto es el que tiene mayor peso de comparación. Después de realizada esta operación de selección de registros, el fichero resultante solo contiene pares de registros comparados únicos, sumando un total de 120.255 filas.

Comprobación de los enlaces reales. Cuando el peso de coincidencia entre dos registros es máximo, en este caso 1, el enlace es exacto. Sin embargo, a medida que el peso de coincidencia disminuye aumenta la probabilidad de que lo que se ha clasificado como enlace o posible enlace quizás no lo sea. Se ha realizado una revisión “manual” en este sentido, haciendo especial incidencia en los pares de registros con peso de coincidencia más bajo (de 0.7 a 0.5). Tras la revisión, el total de registros que tienen valor 1 en la variable “revisar” es 109.404, mientras que 10.851 se han considerado que no son verdaderos enlaces y se han marcado con el valor 0. En este proceso de revisión “manual” también se han detectado y corregido normalizaciones de literales de vía algo diferentes de los de CDAU, motivo por el cual probablemente no se han geocodificado. Se pueden consultar algunos ejemplos en la tabla IV-6.

Tabla IV-6. Equivalencias de literales de nombres de vía

Literal nombre vía fichero a geocodificar	Literal nombre vía CDAU_portales
de las trece rosas	trece rosas (las)
de la fuente	fuentes (de la)

Fuente: elaboración propia

- h. Eliminación de enlaces y reindexación del fichero no geocodificado. En este proceso de geocodificación a portal exacto se han enlazado 109.404 de los 162.173 registros del fichero original, por lo que restan por geocodificar 52.769 registros.

Para poder realizar un nuevo proceso de geocodificación es necesario eliminar del fichero original aquellos registros ya enlazados utilizando la herramienta Eliminar Registros Enlazados, que genera un nuevo fichero donde se almacenan los registros no geocodificados y que se encuentra ya reindexado, puesto que la herramienta elimina los registros enlazados y reindexa automáticamente el nuevo fichero a geocodificar.

2.4.3. Geocodificación a portal cercano

Tras el proceso de geocodificación a portal exacto, el siguiente paso ha sido el de geocodificar las direcciones postales a un portal cercano, que se ha considerado que es aquel que tiene una diferencia de como máximo cinco portales entre el portal a geocodificar y los portales que se toman como referencia, siendo obligatorio que estos se encuentren en el mismo lado de la acera. A continuación, se detallan los pasos seguidos para realizar este proceso, incidiendo fundamentalmente en aquellos aspectos que son diferente con respecto al proceso de geocodificación a portal exacto.

- Selección de los ficheros a enlazar. En este caso se ha incluido como fichero A el último fichero reindexado, que contiene los 52.769 registros no geocodificados en el proceso anterior y como fichero B el de “CDAU_portales”, que ya se indexó en el primer proceso de enlace.
- Fase de agrupación. Como se pretenden geocodificar las direcciones a un portal cercano, la variable número de portal no puede formar parte de las variables de agrupación, por lo que al generar la variable de agrupación sólo se introducen las variables municipio y tipo de vía.

- c. Fase de comparación. En esta etapa, además de comparar el nombre de vía de ambos ficheros, también se han comparado los números de portal que tienen una diferencia máxima de 10 enteros (esta diferencia máxima se traduce en que los portales no están en una distancia superior a los cinco portales). Además de introducir los parámetros para comparar los nombres de vía se ha añadido la función de comparación de valores numéricos, que se ha utilizado para comparar el campo de número de vía del fichero a geocodificar y su correspondiente de “CDAU_portales”).
- d. Fase de clasificación. Después de haber introducido los parámetros en la fase de comparación y de realizar la operación se han clasificado, como en el primer proceso, los pares de registros comparados en enlaces, no enlaces y posibles enlaces. El umbral inferior se ha considerado lo suficientemente bajo como para permitir clasificar como enlaces aquellos registros situados en portales cercanos con 10 enteros de diferencia como máximo y con un peso de coincidencia no demasiado alto en los campos de nombre de vía.
- e. Evaluación del proceso y resultados. En el proceso llevado a cabo se han clasificado como enlaces, no enlaces y posibles enlaces una cantidad muy grande de pares de registros. Exactamente, se han clasificado 9.667.152 como enlaces, 3.203.396 como posibles enlaces y 66.549.803 como no enlaces. Se han obviado los ficheros de posibles enlaces y de no enlaces dadas las dimensiones de estos.

Se ha optado por eliminar del fichero de enlaces aquellos registros que tienen un peso de coincidencia en el nombre de vía inferior a 0.85 y por otro lado, aquellos que tienen peso de coincidencia “0” en el número de portal, ya que estos principalmente corresponden a pares de registros que tienen una diferencia de más de 10 números en el número de portal. Se ha conseguido reducir el tamaño del fichero de enlaces a 461.598 pares de registros.

- f. Análisis del fichero de enlaces. Para analizar el fichero de enlaces a portal cercano se ha ordenado por el campo índice de forma ascendente, por el peso_total de forma descendente, y por el número de portal de “CDAU_portales” de forma descendente. Posteriormente se han eliminado los registros repetidos quedando un fichero de 31.087 pares de registros enlazados y se ha operado teniendo en cuenta que deben prevalecer los enlaces a portales a uno, dos, tres, cuatro o cinco portales de diferencia.

Una vez eliminados los registros repetidos, se ha revisado manualmente el fichero para determinar aquellos emparejamientos que realmente son enlaces, tal y como se ha hecho en la geocodificación a portales exactos. Se han detectado tipos de vía y literales de nombres de vía que difieren de los de “CDAU_portales” y literales de nombres de vía que corresponden al nombre de centros comerciales. Se pueden consultar algunos ejemplos en la tabla IV-7. Con este proceso se han geocodificado 17.578 registros que representa el 10,84% del total de registros a geocodificar, clasificándose según grado de cercanía al portal exacto.

Tabla IV-7. Equivalencias de tipos y literales de nombres de vía

Tipo vía fichero a geocodificar	Literal nombre vía fichero a geocodificar	Tipo vía CDAU_portales	Literal nombre vía CDAU_portales
calle	playa de regla	avenida	playa de regla
avenida	de la industria	calle	industria
calle	centro comercial simon verde	carretera	SE-3304
calle	Centro comercial el cortinal	calle	guadito

Fuente: elaboración propia

- g. Creación de campos al fichero de enlaces. Los campos de “CDAU_portales” y del fichero a geocodificar en este segundo proceso de enlace se han incluido de la misma forma que en la geocodificación a portal exacto.
- h. Eliminación de enlaces y reindexación del fichero no geocodificado. Esta tarea se ha realizado de la misma manera que en el proceso de geocodificación a portal exacto.

2.4.4. Geocodificación a portal exacto sin incluir tipo de vía en variable agrupación

En este proceso se han enlazado las direcciones postales del fichero a geocodificar resultante del paso anterior. La única diferencia con respecto al primer proceso de enlace es que ahora la variable tipo de vía no se incluye como elemento de la variable de agrupación, sino que se va a tener en cuenta en la fase de comparación. El motivo por el que se hace así es debido a que se han detectado tipos de vías asociados a viales que son erróneos y por tanto, si se incluye el tipo de vía en la variable de

agrupación, se está obligando a que las vías comparadas coincidan en el tipo de vía. Es decir, han aparecido viales que tienen tipo de vía “calle” cuando les corresponde “avenida” o viceversa.

- a. Fase de agrupación. Como se pretenden geocodificar las direcciones a un portal exacto, la variable número de portal se ha incluido de nuevo como parte de la variable de agrupación, así como el código INE del municipio. Por el contrario, no ha formado parte de la variable de agrupación el tipo de vía, ya que lo que se pretende es enlazar registros que tengan erróneamente asignado el tipo de vía.
- b. Fase de comparación. En esta etapa, además de comparar el nombre de vía de ambos ficheros, también se han comparado los tipos de vía. El peso de coincidencia establecido para la variable tipo de vía es evidentemente muy bajo.
- c. Evaluación del proceso y resultados. En este caso, partiendo de los 35.191 registros iniciales se han realizado 4.355.167 comparaciones, de las cuales 35.307 se han clasificado como enlaces, 2.632 como posibles enlaces, y 4.317.228 como no enlaces.
- d. Análisis del fichero de enlaces. De los tres archivos generados solo el de enlaces se ha analizado siguiendo exactamente la misma metodología del primer proceso de enlace a portal exacto. Contiene 7.308 pares de registros comparados a portal exacto.
- e. Eliminación de enlaces y reindexación del fichero no geocodificado. Hasta el momento se han geocodificado 126.982 de los 162.173 registros del fichero original. Estos representan el 78.30% del fichero total.

Finalizado este proceso de enlace, se tienen geocodificados 135.504 (83,56%) registros clasificados de la siguiente forma:

- Registros enlazados a portal exacto: 117.949 (72,73%)
- Registros enlazados a portal cercano: 17.555 (10,82%)

2.4.5. Geocodificación a centro de vía

Tras realizar los procesos de enlace descritos, la siguiente fase ha sido intentar geocodificar los registros al centro de la vía. Antes de comenzar quedan por geocodificar 26.669 de los 162.173 registros.

Con este proceso de enlace se ha pretendido cubrir aquellos registros que no tienen número de portal, bien porque es un “sin número”, o bien porque “CDAU_portales” aún no dispone de dicho número de portal en el fichero de referencia. Para ello se va a utilizar el fichero de “CDAU_viales”, que tiene todas las vías del CDAU, tanto si tienen portales como si no, y contiene las coordenadas X e Y de los centros de esas vías. El proceso que se lleva a cabo es el siguiente:

- a. Selección de los ficheros a enlazar. Como fichero A se ha elegido el fichero con las direcciones no georreferenciadas en los procesos anteriores y como fichero B “_0_cdau_viales.csv”.
- b. Fase de agrupación. En esta fase se ha considerado la misma variable de agrupación que en el proceso de geocodificación a portal cercano, es decir, la concatenación del código INE del municipio y el tipo de vía. De esta manera, las vías que se comparen estarán situadas en el mismo municipio y tendrán el mismo tipo de vía.
- c. Fase de comparación. En este caso únicamente se ha comparado el campo nombre de vía de ambos ficheros.
- d. Fase de clasificación. En esta etapa se han establecido los valores 0.49 y 0.495 como valores umbral inferior y superior, respectivamente.
- e. Generación de los ficheros de enlaces, posibles enlaces y no enlaces. Se han seleccionado como ficheros de salida el fichero de enlaces, el fichero de posibles enlaces y el fichero de no enlaces, tal y como se ha realizado en los otros dos procesos anteriores.
- f. Evaluación del proceso y resultados, y análisis de los ficheros de enlaces y posibles enlaces. Se han clasificado como enlaces 57.812 pares de registros, como posibles enlaces 0 y como no enlaces 4.387.273. Después de analizar los ficheros se han geocodificado 20.623 registros al centro de la vía.

Por lo tanto, finalizado este cuarto proceso, los resultados se pueden resumir de la siguiente forma: en total se han geocodificado 156.127 registros (96,27%), proceso que se desglosa tal y como se detalla a continuación:

- Registros enlazados a portal exacto: 117.949 (72,73%)
- Registros enlazados a portal cercano: 17.555 (10,82%)
- Registros enlazados a centro de la vía: 20.623 (12,72%)

- Registros sin geocodificar: 6.046 (3.73%)

2.4.6. Obtención del fichero geocodificado final

El último paso ha consistido en integrar todos los ficheros geocodificados en un único fichero, que tiene el diseño de registro que se puede consultar en la tabla IV-8. Este fichero contiene todos los campos procedentes del fichero original a geocodificar, el de las acometidas, así como todos aquellos que resumen el proceso completo de geocodificación que se ha llevado a cabo. Incluye, como campos más significativos, el del tipo de enlace, el del proceso de enlace llevado a cabo y, por supuesto aquellos que contienen las coordenadas asignadas a cada acometida.

Tabla IV-8. Estructura del fichero geocodificado final

Variable	Descripción
COD_ORD2	Código de ordenación del fichero completo
DIRECCIÓN	Dirección postal completa de la vivienda, organismo, espacio público o establecimiento sin incluir el municipio donde se ubica el mismo
DIRECCIÓN2	Dirección postal completa de la vivienda, organismo, espacio público o establecimiento incluyendo el municipio donde se ubica el mismo
CODMUN	Código INE del municipio donde se ubica la dirección postal
MUNICIPIO	Literal del municipio donde se ubica la dirección postal
SIGLA	Abreviatura del tipo de vía de la dirección postal a dos caracteres
VÍA	Nombre de vía de la dirección postal
PORTAL	Número o portal de la dirección postal
BLOQUE	Bloque asociado a la dirección postal
ESCALERA	Escalera asociada a la dirección postal
PLANTA	Planta asociada a la dirección postal
SUMPUERTA	Puerta asociada a la dirección postal
SUMACCESO	Acceso asociado a la dirección postal
AMPL.DOMILICIO	Información adicional que complementa la dirección postal
TVIA_N	Tipo de vía normalizado automáticamente con <i>aLink</i> y manualmente
NVIA_N	Nombre de vía normalizado manualmente
EIN_N	Número de portal inferior, normalizado manualmente
CEIN_N	Calificador del número de portal inferior, normalizado manualmente
ESN_N	Número de portal superior, normalizado manualmente
CESN_N	Calificador del número de portal superior, normalizado manualmente
ODUB	Otros datos de ubicación
ID_POR_PK	Código de portal CDAU

Variable	Descripción
ID_VIAL	Código de vía CDAU
INE_CUNC	Código INE del núcleo o entidad de población inferior al municipio
INE_VIAC	Código INE de la vía corto
COS_POSTAL	Código postal
NOM_TIP_VIA	Tipo de vía normalizado CDAU
NOM_VIA	Nombre de vía normalizado CDAU
NUM_POR_DESDE	Número de portal inferior CDAU
EXT_DESDE	Calificador del número de portal inferior CDAU
NOM_TIPO_AGRUPACION	Tipo de agrupación
NOM_AGRUP	Nombre de la agrupación
TXT_APP	Otros datos de ubicación CDAU
X_25830	Coordenada X en sistema de referencia 25830
Y_25830	Coordenada Y en sistema de referencia 25830
COD_ENLACE	Código del proceso de enlace. Toma los valores 1 si el proceso es a portal exacto, 2P1, 2P2, 2P3, 2P4 y 2P5 si el proceso es a portal cercano y la diferencia de portales es de 1, 2, 3, 4 o 5 portales respectivamente y 3 cuando el proceso de enlace es al centro de la vía
TIPO_ENLACE	Contiene el literal que indica el proceso de geocodificación realizado. Si es un proceso a portal exacto, aparece "PORTAL_EXACTO", si es a portal cercano aparece "PORTAL_CERCANO" y si es al centro de la vía, aparece "CENTRO_VIA"
DESCRIPCION	Contiene una breve descripción del proceso de enlace realizado junto con las variables que han intervenido en el proceso
PROCESO_ENLACE	Indica el número de proceso de enlace realizado. Sus valores varían de 1 a 5 puesto que se han realizado 5 procesos para intentar geocodificar las direcciones postales

Fuente: elaboración propia

2.5. Generación de una capa con las acometidas de suministro de agua

2.5.1. Georreferenciación de las acometidas

Después de generado el fichero final tras el proceso de geocodificación de la base de datos con las acometidas de agua a la que se le ha asignado los pares de coordenadas correspondientes, se está en disposición de generar una capa con todas las acometidas de suministro de agua georreferenciadas. Mediante el pertinente proceso de georreferenciación de la base de datos, se genera una capa en formato *shapefile* con topología puntual. Cada acometida queda representada por un punto que se corresponde con la localización del portal de acceso al edificio que le

corresponde y al que presta servicio. Una parte de estas acometidas no quedan localizadas en el portal que le corresponde, debido a los problemas existentes para identificarlo, tal y como se ha explicado en apartados anteriores. Algunos quedan localizados con algún portal cercano y cabe la posibilidad de que haya coincidencia de dos, y quizás más, acometidas en un mismo portal. En otros casos la localización de la acometida no coincide con ningún portal del CDAU, sino que la referencia se ha hecho coincidir con el centro de la vía que figura en su aproximación postal, tal y como se ha descrito en el apartado 2.4.

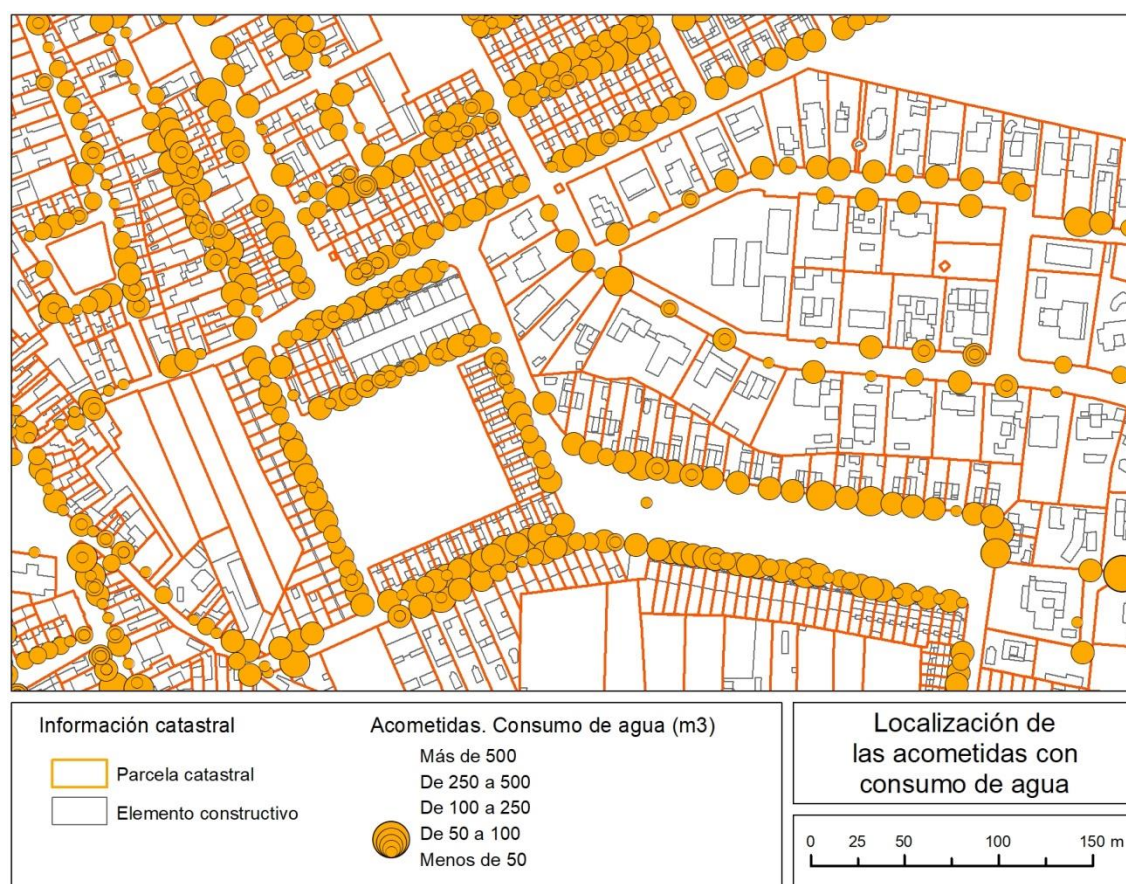
2.5.2. Capa georreferenciada con consumo doméstico de agua

A la capa generada en el paso anterior se le añaden los datos del consumo de agua, ya que estos habían sido separados de la tabla original para facilitar las operaciones de geocodificación. Se realiza la correspondiente unión de la tabla de atributos de la capa de las acometidas con la tabla del consumo de agua. Esta tabla tiene datos de consumo para todos los años de los que se tienen datos normalizados, es decir desde el primer trimestre de 2000 hasta el último de 2015. Los datos están expresados en m³ y se obtiene de esta forma una capa que permite representar el mayor o menor consumo absoluto de agua en cada una de las distintas zonas del territorio de estudio en un nivel de desagregación de detalle muy alto.

Este es el objetivo fundamental que se busca con la georreferenciación de la información de consumo doméstico de agua. Es un punto de partida muy sólido e interesante para poder analizar la distribución espacial de la información por todo el territorio de estudio, el que cubre el servicio de suministro de Aljarafe. La escala de desagregación espacial es máxima y se observan con un gran nivel de detalle las diferencias en el comportamiento del consumo en las distintas áreas del territorio. Es la primera aproximación para entender en qué parte del territorio no se consume agua, en cuál sí se consume y cuál es, en este último caso, el grado de intensidad del consumo.

Cada acometida se corresponde con una póliza de contrato para el suministro de agua y el resultado final es la generación de una capa con el nombre de "Acometidas.shp". Es una capa con topología puntual compuesta por 157.825 entidades, una por cada acometida referenciada. Consta de una tabla de atributos con datos de consumo por trimestre de facturación desde el año 2000 hasta 2015 y se ha realizado una operación de suma de los cuatro trimestres de cada año para calcular el consumo total anual en

cada acometida. Varias acometidas pueden compartir el mismo par de coordenadas. Esto es debido a que pueden corresponder a pólizas diferentes de suministro a bienes inmuebles independientes, pero que comparten el mismo edificio, por lo que su dirección postal a nivel de portal es coincidente. También comparten coordenadas las acometidas que han sido geocodificadas a un portal cercano por no encontrarse el portal exacto que le correspondería. Esa acometida puede compartir coordenadas con otras cercanas que sí están geocodificadas a portal exacto (ver mapa IV-1).



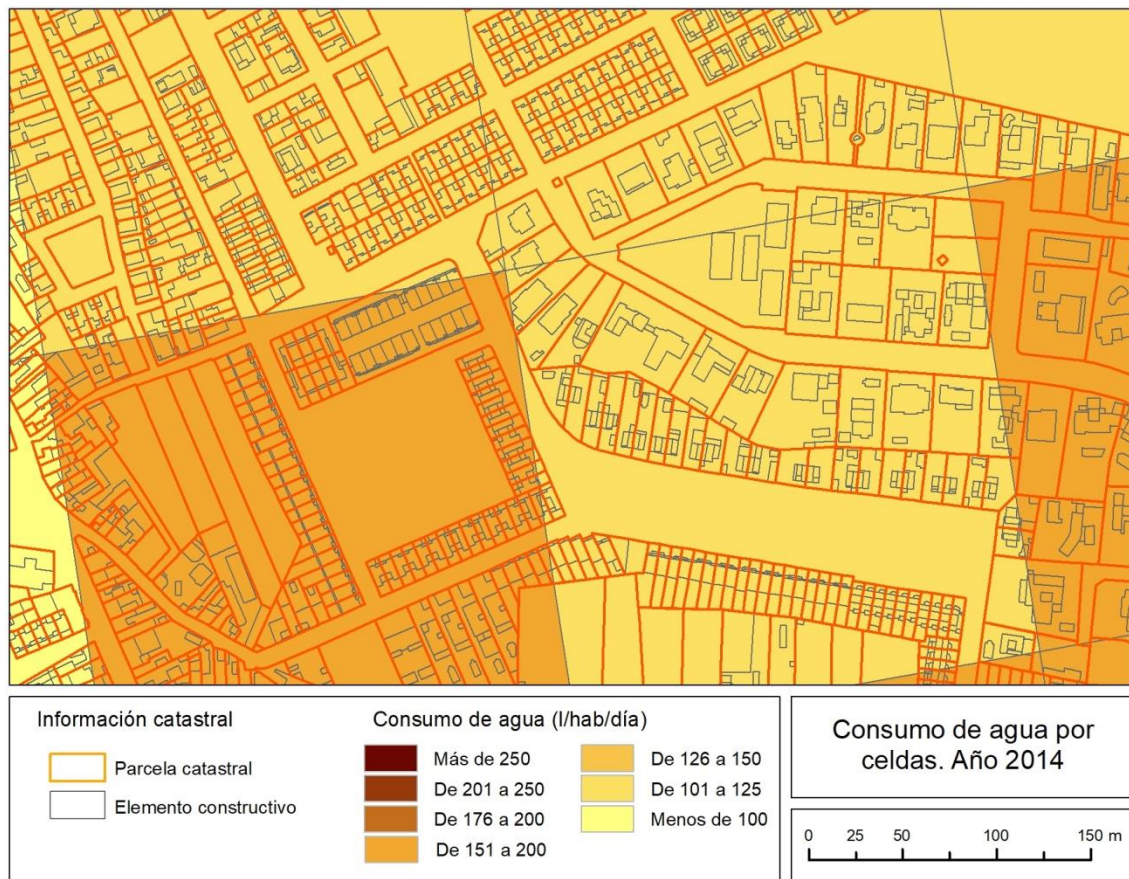
Mapa IV-1. Localización de las acometidas con consumo de agua (detalle en el municipio de Gines)

Fuentes: Elaboración propia

A continuación, y mediante geoprocesos de unión espacial, la información de la capa de acometidas se ha agregado a la capa de celdas con la distribución de la población, que, como ya se ha comentado en apartados anteriores, es la capa de referencia para las operaciones de análisis de este trabajo. Se realiza una operación de trasvase de la información de consumo de agua desde la acometida hasta la celda. Cada celda recoge la información de consumo de cada una de las acometidas que se encuentran

dentro de sus límites. Los datos de consumo de cada una de las acometidas se han sumado y se obtiene el consumo total para cada una de las celdas.

Se genera una capa nueva con el nombre de “grid_pob_cons.shp” (se puede ver un detalle dentro de la zona de trabajo en el mapa IV-2). La capa consta de las 1.412 celdas originarias y en su tabla de atributos aparecen datos de población, provenientes de la capa de la distribución de la población en Andalucía, y de consumo de agua, provenientes de la capa de acometidas. Se ha realizado, en definitiva, una operación de integración de la información de la distribución de la población con otra de carácter estadístico, con la finalidad de poder analizar el proceso de consumo de agua en un nivel de desagregación muy alto, tal y como se plantean en los proyectos impulsados por, entre otros, Eurostat y Naciones Unidas (Petri, 2014; EFGS, 2017).



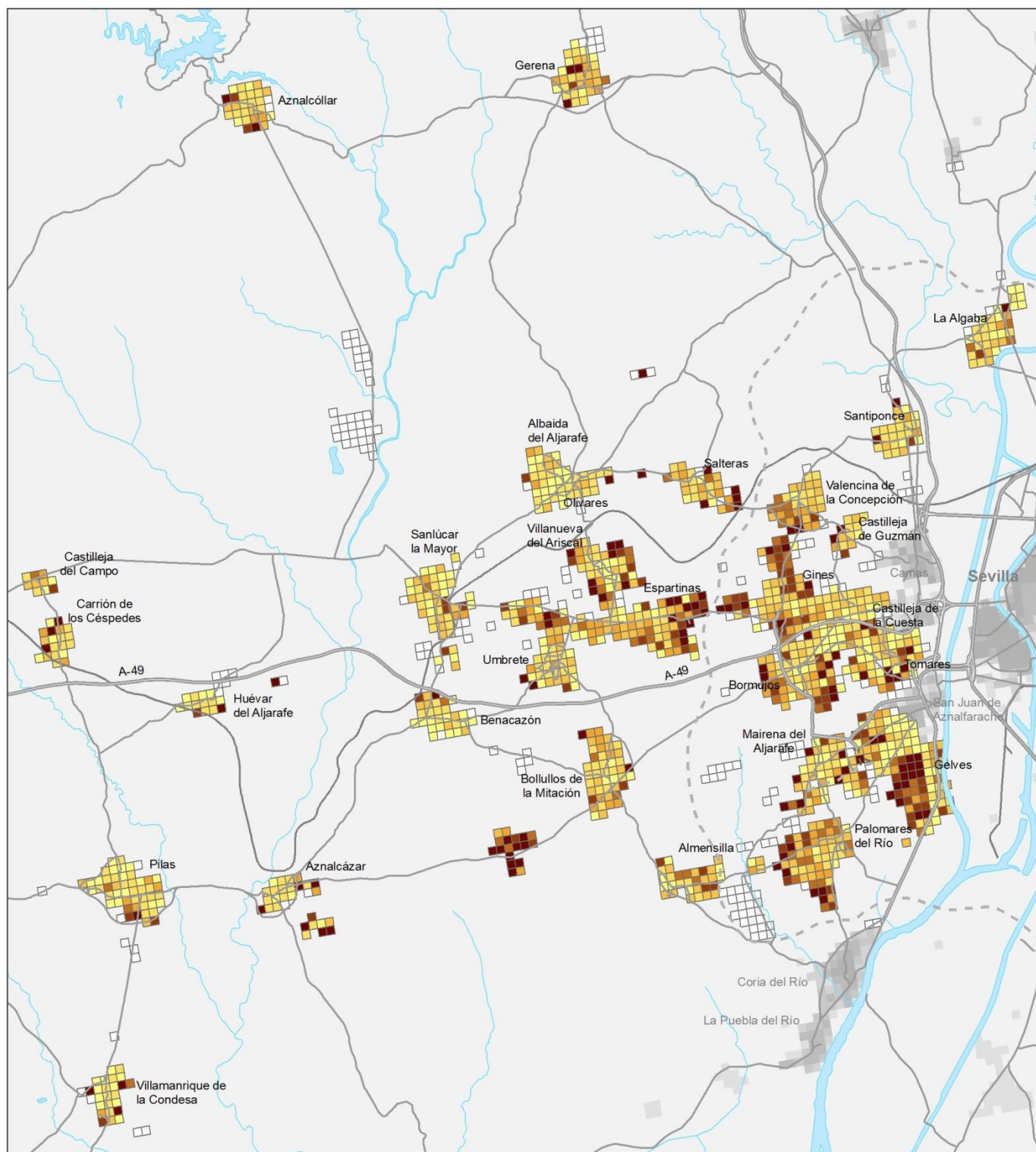
Mapa IV-2. Consumo de agua por celdas. Año 2014 (detalle en el municipio de Gines)

Fuentes: Elaboración propia

Con estos datos, se ha calculado el consumo per cápita. Se transforma el consumo de m^3 a litros por año y posteriormente a litros por día en cada una de las celdas. Tomando el dato de habitantes se calcula el consumo por persona y día, expresado en

l/hab/día. Después de analizada la información que se ha obtenido con las operaciones, se ha tomado una serie de decisiones relacionadas con la consistencia y calidad de la información. Existen en esta capa un total de 188 celdas que no cuentan con información sobre consumo. En general, como ya se comenta en el inicio del apartado 2 de este capítulo, son celdas de zonas dentro del ámbito de trabajo donde Aljarafesa no realiza el servicio de suministro de agua por motivos diversos, muchos de ellos relacionados con la situación urbanística de las zonas ocupadas por población residente. Destacan por su extensión, y a título de ejemplo, la urbanización La Alegría en Almensilla y las urbanizaciones Los Ranchos del Guadiamar y Los Encinares, en Sanlúcar la Mayor, que tuvieron un origen urbanísticamente irregular o que aún hoy no tienen regularizada su situación.

Al no haber datos sobre el consumo de agua, no tiene sentido trabajar con estas celdas, por lo que se han eliminado del análisis, pasando a ser 1.224 el número total de celdas con información de habitantes y de consumo de agua. Se ha realizado posteriormente un análisis de los datos y se ha comprobado que determinadas celdas sufrían ciertas distorsiones en la información. Estas hacen referencia fundamentalmente a celdas con muy poca población, pero con un consumo muy elevado. Por ello, se ha decidido eliminar también las celdas con menos de 10 habitantes. En total son 81 celdas y queda como resultado final una capa con 1.143 celdas. En el mapa IV-3 se puede consultar la distribución de la información estadística relativa al consumo doméstico de agua por persona y día en cada una de las celdas de 250 m. Se pueden observar en este las zonas según diferentes intensidades en el consumo de agua.



Consumo de agua (l/hab/día)



Consumo doméstico de agua
por celdas. Año 2014



Mapa IV-3. Consumo doméstico de agua por celdas. Año 2014

Elaboración propia

3. Definición de las características urbanas del territorio del Aljarafe

En el apartado 3 del capítulo III se detallan las características generales de la información catastral, tanto en el trazado de los límites de las parcelas y de los elementos constructivos, como en cuanto a la organización de la información alfanumérica. Después de todo lo explicado en ese capítulo, el primer paso que se ha dado es el de establecer qué información es la más útil para caracterizar el territorio, persiguiendo los objetivos que se plantean.

En el capítulo III ya se ha ido avanzando alguna de las decisiones que se han tomado inicialmente. Se han analizado todas las variables con las que se puede trabajar dentro de la información de catastro y se han seleccionado aquellas que pueden dar más información para entender cómo es el consumo de agua, según las distintas zonas que existen en un territorio y las características urbanas que tienen cada una de estas zonas. Después de estudiar bien todos los datos y analizar las posibilidades de toma de información y lo que esta podía aportar, se ha considerado conveniente trabajar con las siguientes variables:

- Uso de los bienes inmuebles
- Antigüedad en la construcción o reforma de los bienes inmuebles
- Tipología constructiva (altura de los edificios)
- Superficie media de las viviendas
- Presencia de piscinas
- Presencia de patio/jardín

Las cuatro primeras variables se han tomados de los datos de la hoja del registro de bienes inmuebles, mientras que las dos últimas se han extraído de la capa de elementos constructivos, [Constru.shp].

Como ya se ha comentado, la información alfanumérica de bienes inmuebles está organizada en una base de datos, donde hay un registro por cada bien inmueble y un campo con cada una de las características que para cada inmueble recoge el Catastro. Toda la información que aparece en estos campos se detalla en las tablas III-5 y III-6. La cardinalidad entre esta base de datos y la tabla de atributos de la capa de parcelas es de uno a varios. Se podrían vincular en una operación de enlace, pero para las operaciones de análisis que se consideran necesarias realizar es más conveniente adaptar la tabla, y sintetizar así, en un solo registro aunque en campos diversos, todos los datos de cada parcela. De este modo la cardinalidad pasa a ser de

uno a uno. Estas operaciones se han realizado separadas para cada una de las variables analizadas. El proceso que se ha seguido se detalla a continuación.

3.1. Usos de los bienes inmuebles

Catastro clasifica los bienes inmuebles en 13 tipos de usos urbanos. Se han analizado las características de cada uno de estos usos, así como su implantación dentro del territorio y se ha considerado que los usos que más influyen en la descripción del territorio para entender el consumo de agua son el uso residencial, industrial, educativo, deportivo, oficina, comercio y ocio/hostelería. Esta clasificación se ha agrupado, a su vez, en uso residencial, industrial, educativo/deportivo y otros (oficina, comercio, ocio/hostelería).

Para sintetizar la información de todos los inmuebles de una parcela en un solo registro se ha generado una tabla-resumen donde el campo de agregación es el del código o referencia de la parcela catastral y los campos que se generan en la tabla son los de los distintos usos en los que catastro clasifica los inmuebles. Se ha separado en dos bloques. En el primero se consigna el número de inmuebles que hay en cada uso en cada parcela. En el segundo bloque aparece el dato de la superficie, según uso, sumando los metros cuadrados de superficie construida de cada uno de los inmuebles que figuran en cada parcela. La estructura de esta tabla se puede consultar en las tablas IV-9 y IV-10.

Tabla IV-9. Tabla de inmuebles, según usos (conteo de inmuebles)

	A	C	E	G	I	K	M	O	P	R	T	V	Y
0070601QB6307S		2			7							8	
0070602QB6307S		9			2							8	
0070603QB6307S		3			3							8	
0071102QB6307S												1	
0071103QB6307S												1	

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del Fichero tipo 15, Registro de Inmueble de la Dirección General de Catastro. Ver claves de usos en la tabla III-6

Estas tablas se unen, como se ha comentado anteriormente, en una relación de cardinalidad 1:1 con la tabla de atributos de la capa [Parcelas.shp]. De este modo, se tiene una capa con el trazado de todas las parcelas catastrales y el número de inmuebles que hay en cada una de ellas, clasificados según usos. Se tiene también la

información de cuántos m² construidos hay en los bienes inmuebles de cada parcela, clasificados también según usos.

Tabla IV-10. Tabla de inmuebles, según usos (superficie en m²)

	A	C	E	G	I	K	M	O	P	R	T	V	Y
0070601QB6307S		67			236							656	
0070602QB6307S		248			55							656	
0070603QB6307S		164			139							656	
0071102QB6307S												172	
0071103QB6307S												102	

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro. Ver claves de usos en la tabla III-6

3.2. Antigüedad en la construcción o reforma de los bienes inmuebles

En la misma línea que en el caso anterior, se ha considerado interesante analizar la antigüedad en la construcción o reforma de los inmuebles que se analizan para observar la relación que puede haber entre el consumo de agua y la posible evolución que a lo largo del tiempo haya podido ir teniendo lugar, tanto en la forma de concebir los edificios, las viviendas, las zonas comerciales, etc., como en la forma de diseñar también la estructura de la urbanización y el modelo urbano entendido éste globalmente.

En la zona de trabajo, como ya se ha comentado, fundamentalmente en el capítulo II, se han superpuesto dos modelos. Se habla, por un lado, de un territorio ocupado por pequeños núcleos urbanos en un modelo de poblamiento compacto con viviendas unifamiliares andaluzas tradicionales, con usos diversos que comparten el mismo espacio. Este modelo es predominante y casi único hasta finales de los años 70 y principios de los 80 del siglo XX. Por otro lado, se puede hablar también, de un modelo más reciente, donde el territorio sufre una rápida e importante transformación con una amplia extensión del suelo urbano con gran ocupación del espacio. Es un modelo más disperso con viviendas unifamiliares de estructura diferente a la tradicional (chalets exentos y adosados). Esta ocupación se combina con algunas construcciones de viviendas en altura y con zonas productivas, comerciales y de ocio, separadas del espacio residencial.

Teniendo en cuenta esta evolución del desarrollo urbano en el territorio de estudio y el fuerte crecimiento que se ha desarrollado en determinadas zonas en los últimos 30-40 años, se ha clasificado la información en una serie de intervalos que permiten sintetizar con más facilidad la información con la que se está trabajando. Se ha realizado un completo análisis previo de la información y se ha decidido llevar a cabo el estudio teniendo en cuenta los siguientes intervalos temporales:

- Anterior a 1950
- De 1951 a 1980
- De 1981 a 1990
- De 1991 a 2000
- De 2001 a 2016

Para clasificar las parcelas catastrales, se ha tomado como referencia la información contenida en el campo del año de antigüedad del bien inmueble que figura en la tabla correspondiente del fichero tipo 15 del catastro. Partiendo de aquí se ha clasificado cada bien inmueble en el intervalo temporal que le corresponde.

Tabla IV-11. Tabla de inmuebles, según año de construcción o reforma

Referencia catastral	Antes 1950	1951-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2016	Total
0001001TG3390S			1				1
000100200QB45C			1				1
000100200QB64E		1					1
0001002TG3390S				1			1
000100300QB45C	1						1
0003701QB6400S						30	30

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero Tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro

Asignando el intervalo al que pertenece según el año de antigüedad, se genera, como en otros casos, una tabla-resumen donde el campo de agregación es también la referencia catastral de la parcela a la que pertenece cada inmueble. En cada campo aparece el intervalo de años. El valor con el que se trabaja es el del número de inmuebles que hay en cada parcela, agrupados en el intervalo del año de construcción o reforma del bien inmueble, tal y como se puede observar en la tabla IV-11.

Esta tabla se une también en una relación de cardinalidad 1:1 con la tabla de atributos de [Parcelas.shp]. Se tiene una capa con el trazado de todas las parcelas catastrales y

el número de inmuebles que hay en cada parcela según la antigüedad de los inmuebles que se encuentran en ella.

3.3. Tipología constructiva. Altura de los edificios

La tercera variable que se ha considerado es la relativa a la estructura de la tipología constructiva dentro del territorio para observar la relación que tiene con el consumo de agua. Se ha realizado esta tarea solo con los inmuebles de uso residencial. Se pretende clasificar el territorio según la presencia de viviendas unifamiliares o plurifamiliares, para observar, como en los casos anteriores, qué influencia tiene esta variable en la tendencia del consumo de agua.

La característica principal es que la mayor parte del ámbito de trabajo está ocupado por viviendas unifamiliares en poblamiento compacto tradicional o en urbanizaciones de desarrollo más reciente. Estas viviendas suponen el 75% del total de las existentes. La presencia de viviendas plurifamiliares significa el otro 25% y se encuentran distribuidas de forma dispersa por todos los núcleos urbanos tradicionales, los cascos antiguos, donde con frecuencia una o varias casas se convierten en un pequeño edificio de pisos en régimen de propiedad horizontal, respetando las alturas del entorno (dos o tres plantas sobre rasante). A veces una sola casa se modifica para construir una vivienda en la planta baja y otra vivienda independiente en la planta alta, también en régimen de propiedad horizontal. Junto con estos casos, existe también cierta concentración de viviendas plurifamiliares localizadas en urbanizaciones de promoción específica, construidas a partir de los años 70, y localizadas en algunos municipios de la zona oriental: Mairena del Aljarafe, Tomares, Bormujos o Castilleja de la Cuesta.

El análisis se ha realizado partiendo de dos datos presentes en la base de datos de referencia. Por un lado, el campo de coeficiente de propiedad consigna el porcentaje de propiedad que posee el inmueble con respecto a la totalidad de la parcela. De este modo, si el dato es igual a 100, se trata de un inmueble en régimen de propiedad vertical, por lo que se trataría de viviendas unifamiliares. En el caso de que el coeficiente sea menor a 100, el régimen de propiedad es horizontal y se trata de una parcela con inmuebles residenciales plurifamiliares.

El otro dato con el que se ha trabajado es el de la dirección postal. La base de datos organiza esta información en campos separados, alcanzando hasta la planta y la

puerta en la que se encuentra el inmueble. De este modo, una parcela donde el valor más alto en el campo de planta es el cero, se entiende que es una parcela sin inmuebles independientes en plantas separadas. Se habla de viviendas unifamiliares, independientemente del número de plantas con las que cuente el inmueble. Si en los inmuebles de una parcela existe algún número de planta superior a cero, se puede hablar de una parcela con edificios que cuentan con viviendas independientes en plantas diferentes. Esta parcela se puede identificar con una tipología de viviendas plurifamiliares.

Siguiendo esta pauta, se ha generado una tabla-resumen con una estructura similar a las anteriores. Partiendo también de la referencia catastral como campo de agregación, la tabla tiene un registro para cada parcela y los campos son el número posible de plantas (de 0 a 15). La orden que se ha establecido al generar la tabla-resumen no es el conteo ni la suma, sino el de valor máximo. La tabla-resumen registra la presencia de inmuebles dentro de la parcela y la planta más alta que existe en la misma. A su vez se ha contabilizado el número de inmuebles residenciales del edificio, que queda definido según el número de plantas con las que cuenta. Se podría definir también el edificio por el número de la planta más alta.

Finalmente, se ha decidido trabajar con este dato, mejor que con el del régimen de propiedad. Las razones son dos. La primera es que este último puede tener algún tipo de distorsión debido a cuestiones registrales decididas por los propietarios. Pero además porque la información de la planta en la dirección postal permite clasificar las parcelas según intervalos de alturas: edificios de planta cero, es decir, planta baja o unifamiliares, o bien edificios plurifamiliares de altura media, hasta tres plantas, o edificios plurifamiliares altos, a partir de cuatro plantas (ver tabla IV-12). Este último aspecto ha sido relevante para el análisis, como se comentará más adelante.

Tabla IV-12. Tabla de inmuebles, según número de plantas del edificio

Referencia catastral	Plantas															Total	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	Plantas	Núm	
9405039QB5490N		1													1	1	
8799901QB5389N			50												2	50	
0001002TG3390S	1														0	1	
000100300QB45C	1														0	1	
2178601QB6327N														60	15	60	

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro

Se realiza también, como en los casos anteriores, la operación de unir esta tabla a la tabla de atributos de [Parcelas.shp] para obtener una capa con todas las parcelas catastrales y la información de la altura de los edificios que se encuentran en cada una de ellas. Esto ha permitido representar espacialmente la distribución de las viviendas según altura de los edificios y ponerla en relación con el consumo doméstico de agua.

3.4. Superficie media de las viviendas

La variable relativa al tamaño de la vivienda se ha considerado también importante para incluirla en el análisis de caracterización del territorio en relación al consumo doméstico de agua. Se ha trabajado también solo con los inmuebles con uso residencial. La gestión de la información ha sido algo compleja, puesto que inicialmente se planteó en una relación de media aritmética entre la superficie construida dentro de una parcela y el número total de inmuebles. Pero en la revisión de la información obtenida, se detectó que había distorsiones dignas de tener en cuenta, debido a la presencia en un número determinado de parcelas de viviendas con superficies muy dispares. No se trata de trabajar con esta variable realizando un cálculo de la superficie media, sino de considerar que la superficie de las viviendas, tomadas como tal, define una tipología de vivienda y que este es el valor que ofrece interés como variable de análisis para este trabajo.

Por lo tanto, se ha decidido modificar el enfoque y se realiza una clasificación de todas las viviendas según intervalo de tamaño. Se ha tomado el dato de la superficie construida de cada inmueble y los intervalos que se han establecido son los siguientes:

- Menos de 120 m²
- De 120 a 180 m²
- Más de 180 m²

Se han clasificado todas las viviendas teniendo en cuenta los parámetros descritos y, después de clasificadas las viviendas, se ha generado la tabla-resumen con un planteamiento similar al de los casos anteriores. El campo de agregación es, como siempre, el de la referencia catastral y en los campos aparecen los distintos intervalos de superficie. La información recogida ha sido la de cuántas viviendas existen en cada parcela, clasificándolas en cada uno de los intervalos de superficie, así como cuál es

la superficie total sumando la de todas las viviendas que se encuentran dentro de cada intervalo (ver tabla IV-13).

Tabla IV-13. Tabla de inmuebles con uso residencial, según superficie de las viviendas

Referencia catastral	Menos de 120 m ²		120 – 180 m ²		Más de 180 m ²		Total	
	Núm	Sup.	Núm	Sup.	Núm	Sup.	Núm	Sup.
0966203QB4505N					1	275	1	275
0970202QB5507S					2	584	2	584
0971401QB6307S	6	696	38	4.944			44	5.640
0971403QB6307S	11	1.308	35	4.734			46	6.042
0972301QB6307S	224	22.106	52	6.944			276	29.050
0973001TG3407S	1	96					1	96
0973002TG3407S	1	98					1	98

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro

Esta tabla-resumen se une a la tabla de atributos de la capa de [Parcelas.shp], con lo que, como en los casos anteriores, se puede representar en el territorio la distribución de las viviendas según las dimensiones de éstas.

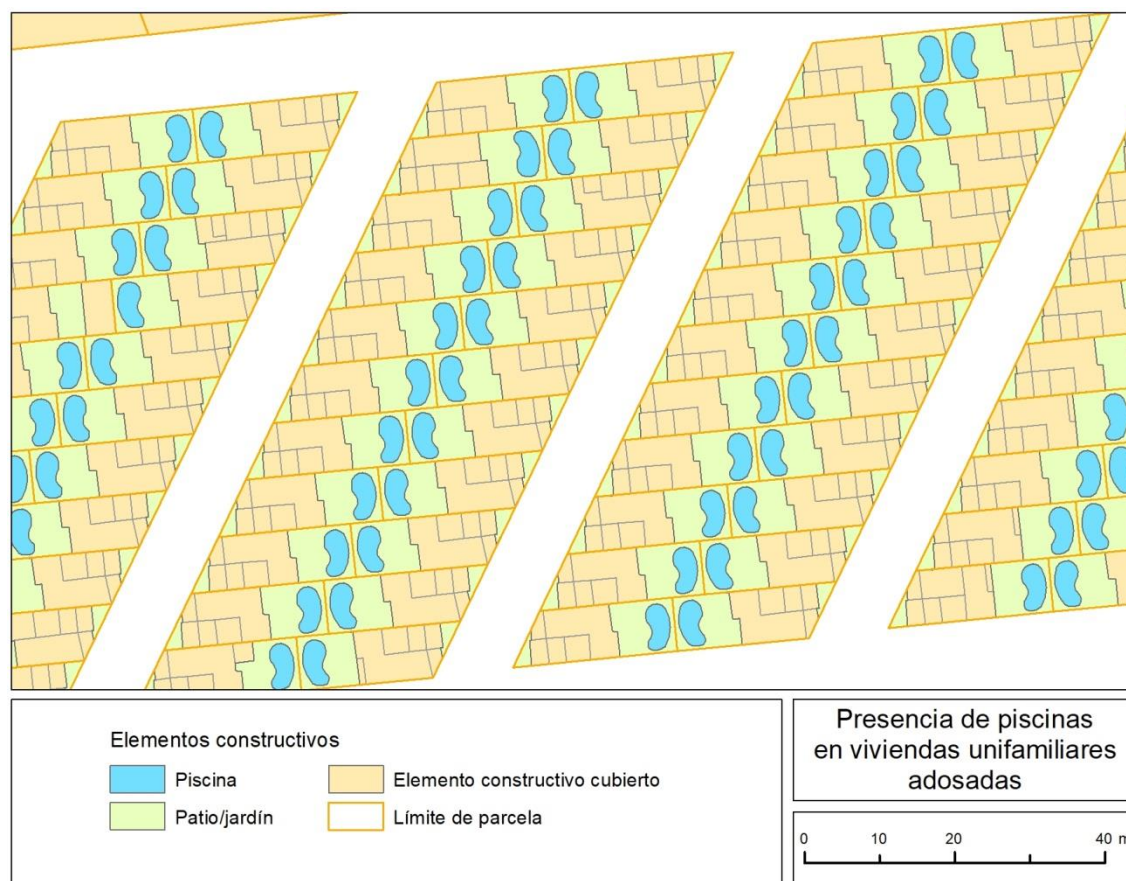
3.5. Presencia de piscinas

En un territorio como el que queda delimitado para realizar este estudio, con una evolución urbana como la que ha tenido lugar en los últimos 30-40 años, ya descrita, es importante analizar la presencia de piscinas, su distribución y su influencia en el consumo de agua.

Para delimitar esta presencia se ha tomado la capa [Constru.shp] del Catastro, que es la que refleja espacial y alfanuméricamente las unidades constructivas presentes en cada parcela catastral. Las claves reseñadas en el campo “Constru” de la tabla de atributos son las que clasifican temáticamente esta información. Es en este campo en el que se detalla la nomenclatura con la que quedan clasificadas todas las unidades constructivas que se encuentran dentro de cada parcela.

En total, Catastro tiene registradas casi 15.000 piscinas en los 29 municipios del ámbito de trabajo. Inicialmente se ha trabajado contabilizando solamente el número de piscinas existente en cada parcela y en fases posteriores se ha contabilizado el número que corresponde a cada celda. Se detectó que este tratamiento ocasionaba

distorsiones debido a la presencia en algunas urbanizaciones de casas adosadas con un número muy elevado de piscinas de dimensiones muy reducidas (15-16 m² de lámina de agua, cuando las dimensiones normales para piscinas no colectivas son de unos 40 m²). Se puede ver un caso ilustrativo dentro del municipio de Castilleja de Guzmán en el mapa IV-4.



Mapa IV-4. Caso ilustrativo de piscinas en viviendas unifamiliares adosadas (detalle en la zona norte del municipio de Castilleja de Guzmán)

Fuentes: Elaboración propia. Datos de la Dirección General de Catastro

No se conoce el dato de la capacidad de almacenamiento de agua de las piscinas, pero teniendo en cuenta que casi todas las piscinas tienen una profundidad muy similar, en un intervalo que va como norma de uno a dos metros, se puede inferir una relación directa entre la superficie de la lámina de agua y el volumen de agua que contiene una piscina. De este modo, se ha decidido trabajar con la suma de las superficies tomadas del dato de áreas de las unidades constructivas identificadas como piscinas dentro de la capa de [Constru.shp]. Se ha seleccionado dentro de la capa todas aquellas entidades que son identificadas con el código PI y se ha generado una capa nueva con la ubicación de las piscinas que existen en el ámbito de trabajo.

Esta capa nueva no ha necesitado ningún tratamiento especial, previo a las tareas de análisis. Simplemente se ha realizado una prueba para comprobar la fiabilidad de la información relativa a las superficies de las piscinas. Se ha calculado en un campo nuevo la superficie de los polígonos que delimitan cada una de las piscinas. Esta superficie es igual a la aportada por Catastro.

La generación de esta capa de piscinas ha permitido trabajar en este estudio contemplando la distribución de las piscinas y su incidencia en el consumo doméstico de agua como una variable de análisis más.

3.6. Presencia de patio/jardín

El riego de las zonas de jardín es una fuente de consumo de agua importante, en algunos casos elevado (García *et al.*, 2014). El análisis que se ha realizado se centra en localizar la presencia de jardines en parcelas con uso residencial y estructura unifamiliar con jardín privado, aunque no solamente. También se ha trabajado con los jardines comunitarios, pero en parcelas con uso residencial.

En la tabla de atributos de la capa de subparcelas con unidades constructivas [Constru.shp] existe la clasificación de jardín, aunque esta en muchos casos hace referencia fundamentalmente a jardines públicos y el tipo de jardín que se intenta identificar en este caso viene consignado en muchas ocasiones como patio. Después de analizado el territorio, tomando las muestras oportunas, se entiende que en la misma clasificación entran todos los espacios abiertos, no techados, sin estructura fija permanente, donde el suelo puede estar cubierto bien por cemento, bien por algún tipo de solería o por zonas ajardinadas. Aunque no sean estrictamente lo que habitualmente se entiende por jardín, son espacios abiertos, susceptibles de consumir agua para su riego, bien sea para el cuidado de las plantas y la vegetación en general, o bien sea para el riego como medida de limpieza o de frescor. Se ha tomado por tanto para identificar los jardines, todos aquellos elementos constructivos identificados como patio (P) o como jardín (JD).

No deja de ser significativo que en algunos municipios cambia el criterio en la asignación de este código. De esta manera, se puede observar cómo en la mayoría de los municipios estos espacios construidos, pero abiertos, han sido identificados como patio (P), independientemente de sus características concretas, mientras que, en algunos municipios, como Palomares del Río y Valencina de la Concepción, gran parte

de las unidades constructivas han sido clasificadas como jardín (JD). El criterio que se ha seguido es el de considerar estas dos unidades constructivas como una sola y darles a ambas el mismo tratamiento. A lo largo de esta tesis a estas entidades se le ha asignado a veces el nombre de patio, otras veces el de jardín y otras el de patio/jardín.

Al igual que en el caso de las piscinas, se ha trabajado con el dato de la suma de las superficies dentro del campo de áreas de las unidades constructivas identificadas como patio o como jardín dentro de la capa [Constru.shp]. Pero en este caso se ha realizado una salvedad, puesto que después de analizar la información, se ha considerado interesante seleccionar, como se ha comentado antes, solo las unidades identificadas como patio o como jardín, pero que se encuentren dentro de parcelas con uso residencial. El resto de las unidades patio o de jardín distorsionaban el análisis y no se tiene conocimiento del comportamiento específico en relación al riego y por lo tanto al consumo de agua. El comportamiento en las zonas de patio/jardín en parcelas no residenciales se ha observado demasiado heterogéneo y de difícil control para el análisis y se ha desestimado su uso.

4. Aplicación de la metodología de análisis al caso de estudio

Después de ejecutadas todas las tareas de gestión de la información descritas en los apartados anteriores, se está ya en condiciones de poder realizar las tareas de análisis espacial. Estas cuentan con una serie de tareas organizadas en diversas fases, que se agrupan en dos grandes grupos de operaciones: las de integración de la información y las de síntesis. En el primer caso se realizan las operaciones de trasvase de toda la información demográfica, de consumo de agua y de catastro desde sus fuentes de origen hasta las unidades de análisis, que son las celdas de 250 m. En el segundo lugar, se llevan a cabo todas las operaciones de síntesis, partiendo de operaciones de análisis de tendencia en el consumo de agua y llegando a la definición de zonas de análisis territorial. En los apartados siguientes se describen las tareas de aplicación de la metodología al caso de estudio.

4.1. Integración de la información

La información utilizada se ha descrito con detalle en el capítulo III y ha sido posteriormente tratada en tareas de gestión para permitir que pueda ser integrada

dentro de cada una de las celdas de análisis. Estas tareas se han explicado en los apartados del 1 al 3 de este capítulo y son imprescindibles, pues son las que permiten homogeneizar la información desde el punto de vista espacial y en algunos casos también desde el punto de vista temático.

4.1.1. Relación entre el consumo de agua y los habitantes de cada celda en el Aljarafe

El primer paso es el de poner en relación el consumo doméstico de agua que ha tenido lugar a lo largo del año de referencia en cada una de las celdas, partiendo de la localización de las acometidas, con la población que reside en cada una de estas celdas. La capa de referencia, tal y como se ha ido comentado a lo largo de esta tesis, es la de la Distribución Espacial de la Población elaborada por el IECA y que tiene la consideración de información oficial. Esta capa cuenta con las celdas en las que existe al menos un habitante. Son 50.602 para el mapa de 2014 y está basada en la malla estadística 250x250, que divide al territorio andaluz en 1.416.093 celdas homogéneas. Se han extraído las celdas que pertenecen a los 29 municipios del área de estudio y se han realizado las operaciones de trasvase de la información de consumo de agua desde la capa de acometidas hasta la de la distribución espacial de la población, generando la capa [grid_pob_cons.shp], tal y como se ha explicado en el apartado 2.5.2 del capítulo IV. La operación llevada a cabo está basada en geoprocesos de unión espacial.

Hay que recordar que la información de origen está expresada en m³ por año y se ha transformado en litro/habitante/día para favorecer la comparabilidad con el resto de trabajos de análisis del consumo de agua en diversas escalas de trabajo. Esta unidad de medida contabiliza a la población, según donde está registrada oficialmente, dejando constancia de cuál es su residencia principal. No se tiene en cuenta, por ejemplo, la consideración de segundas residencias, situación que se presenta también en estudios a nivel municipal o supramunicipal (Llausàs *et al.*, 2018).

4.1.2. Caracterización urbana del territorio del Aljarafe

En la siguiente fase, se ha integrado la información de catastro, que ha sido tratada previamente (apartado 3 de este capítulo), en las celdas que contienen también la información del consumo de agua por persona, tal y como se ha descrito en el apartado anterior. A esta capa, [grid_pob_cons.shp], se le incorpora la información

contenida en cada una de las seis capas que se han generado en los procesos de incorporación de la información alfanumérica de catastro a la capa de [Parcelas.shp]. Se han detallado en el apartado 3 las operaciones de generación de tablas-resumen para las variables de uso, tipología, antigüedad y tamaño de las viviendas, generando cuatro capas independientes con información temática asociada a las parcelas catastrales. Por otro lado se ha extraído de la capa [constru.shp] la información referente a las piscinas y a los patios y jardines, generándose otras dos capas independientes.

Tomando estas seis capas con información de catastro y mediante la utilización de los geoprosesos de intersección o unión, según se haya considerado oportuno en cada caso, se han realizado las operaciones correspondientes para integrar la información de cada capa de catastro con la de celdas. En líneas generales se trata de la relación de dos capas, donde una de ellas se compone de entidades espaciales reales, las parcelas catastrales o las unidades constructivas, según sea el caso, y la otra capa se compone de unidades espaciales virtuales. Este tipo de relaciones espaciales conlleva que una parte de las entidades de la primera capa quedan completamente dentro de una celda, mientras que otras parcelas son fronterizas y quedan divididas en al menos dos celdas.

Se generan seis capas nuevas, donde aparecen todas las celdas de referencia con información de población, de consumo de agua y de la información catastral que se haya incorporado en cada una de las seis capas. Esta información, que inicialmente ha quedado separada en seis capas se integra en una sola capa de síntesis, donde aparece integrada para cada una de las celdas la información de consumo de agua, habitantes y catastro. Es la capa final que contiene las 1.143 celdas de la capa de referencia y que cuenta con una serie de campos con información estadística muy exhaustiva, que permiten pasar a las fases siguientes de desarrollo de las tareas de análisis de la información del consumo de agua per cápita y las características urbanas del territorio donde este se produce.

4.2. Operaciones de síntesis

4.2.1. Análisis de tendencia en el consumo según características urbanas del territorio

De este modo, teniendo integrada la información de consumo de agua, habitantes y catastro, como ya ha quedado reflejado en el apartado 4.1, se pueden realizar las operaciones de síntesis de la información individualizándola por celdas. Previo a ello, se realiza el análisis de tendencia del consumo por persona y día estudiando la relación de éste con las características urbanas del territorio. Es necesario realizarlo para la totalidad de las 1.143 celdas con las que se trabaja. La primera conclusión es que la tendencia es la de una concentración en consumos que van de 80 a 160 l/hab/día, donde se encuentran casi el 65% de las celdas. Se han agrupado estas según su consumo per cápita en una serie de siete intervalos, desde celdas con consumo muy bajo a celdas con consumo muy alto. Con operaciones de tablas-resumen se ha analizado la tendencia en el consumo de cada una de las celdas, así como la tendencia por separado en cada una de las seis variables de carácter territorial que se han contemplado: uso de los bienes inmuebles, tipología, antigüedad, tamaño de las viviendas, presencia de piscinas y de patio/jardín. Este análisis por separado permite conocer las tendencias del consumo según cada una de las variables, con lo que se puede distinguir el peso que debe tener cada una en el análisis. Los resultados que se han obtenido se pueden consultar en el apartado 1.4 del capítulo V. Se presentan todas las tablas de tendencia, así como los gráficos correspondientes, que ayudan a entender el comportamiento general de cada celda, teniendo en cuenta cada una de las variables por separado.

4.2.2. Síntesis de resultados para las entidades de análisis y definición de zonas de análisis territorial

La metodología, tal y como se explica en el capítulo I, se basa en la integración en una unidad de análisis de dos datos fundamentales, el consumo de agua per cápita y las características urbanas del territorio. La primera de ellas proviene de la integración en esa unidad de análisis de la información demográfica y la del consumo de agua absoluto y se ha analizado y agrupado según se ha explicado en el apartado anterior. La de caracterización territorial se ha analizado y organizado para poder realizar el análisis y la posterior ponderación clasificando la información según se ha podido

detectar en el análisis de tendencia y observado su implantación en el territorio y su relación con el consumo de agua. El análisis realizado y los resultados obtenidos se detallan en el apartado 1.4 del capítulo V.

Este análisis, integrándolo con el del consumo de agua, permite definir las características esenciales de cada una de las zonas en relación al consumo doméstico de agua. Permite definir la tendencia en el consumo y cada celda queda definida en función de sus características territoriales y su relación con el consumo doméstico de agua más o menos alto. Se han tomado decisiones para cada una de las variables, clasificándolas según las tendencias observadas en el paso anterior y según el peso que tiene cada una de ellas en relación al consumo de agua.

De esta forma, los usos que se han estudiado son los de vivienda, industria, educativo/deportivo, oficina/comercio/ocio/hostelería o bien mixto. También se ha tomado la decisión de clasificar las celdas según la preponderancia en cuanto a la antigüedad de construcción o reforma de las viviendas en cinco grupos, anterior a 1970, de 1971 a 1990, de 1991 a 2000 y posterior a 2000, contemplándose también la opción de celdas mixtas. En cuanto a la tipología constructiva, y después de analizadas las tendencias, se ha decidido clasificar las celdas según el predominio de viviendas unifamiliares, plurifamiliares de tipo I (1-3 plantas), plurifamiliares de tipo II (4-15 plantas) o celdas mixtas. Con la variable del tamaño de las viviendas, se trabajó inicialmente con la opción de cinco intervalos, que al final se han reducido a tres: viviendas con superficie construida inferior a 120 m², de 120 a 180 m² y mayores de 180 m², así como celdas mixtas. En el caso de la presencia de piscinas, ya se ha explicado en apartados anteriores que el criterio utilizado ha sido el de contabilizar la suma total de la superficie de la lámina de agua de todas las piscinas contenidas en cada celda, quedando estas clasificadas en tres tipos: tipo I (de 100 a 500 m²), tipo II (de 500 a 1.000 m²) y tipo III (más de 1.000 m²). Un criterio similar es el que se ha seguido con los espacios definidos como patio o jardín, siendo estas celdas clasificadas como de tipo I (con superficie inferior a 5.000 m²), tipo II (de 5.000 a 15.000 m²) y tipo III (superficie superior a 15.000 m²).

La celda con toda esta información pasa definitivamente a ser la unidad de análisis y permite integrar toda la información y analizarla de forma totalmente independiente. De esta forma, y siguiendo los parámetros descritos en el párrafo anterior, se puede cuantificar las características de cada celda con cada una de las seis variables analizadas y realizar una síntesis final de todas ellas.

4.2.3. Definición y asignación de los valores de ponderación

A continuación, el paso siguiente consiste en definir cada celda según las características que posee en las distintas variables de análisis. Hay celdas que son homogéneas en un 100% en algunas de las variables o en las seis que conforman el análisis. Pero la homogeneidad total es imposible en territorios de una evolución tan compleja como la descrita en este contexto de trabajo (ver capítulo II), y en este sentido las celdas regulares permiten extraer e individualizar los datos que hacen referencia a cada variable.

De este modo, se han clasificado todas las celdas para cada una de las variables, en un rango de mayor a menor presencia de los distintos valores para cada una de las variables que se han establecido en el apartado 4.5.3 del capítulo I (ver tabla I-2). Los criterios que se han seguido se resumen a continuación:

- **Factor de ponderación A.** Presencia total o casi total de valores en la celda, cercana al 100%. Se considera que el valor es homogéneo.
- **Factor de ponderación B.** Refleja una presencia predominante del valor que se ha analizado en cada momento, pero compartiendo la celda con otros valores. Se considera que la celda es de valor predominante.
- **Factor de ponderación C.** Se asigna a celdas que se pueden considerar heterogéneas, aunque existe un valor predominante, casi siempre por encima del 50%.

Todo lo que se comenta hace referencia a las variables de usos, antigüedad, tipología y tamaño de las viviendas. Para el caso de la presencia de piscinas y de patio/jardín, el análisis se ha realizado con datos absolutos y se ha asignado el factor C a las celdas de tipo I, el B a las de tipo II y el A a las de tipo III, tanto para las piscinas como para las zonas ajardinadas.

Esta operación facilita la cuantificación de la presencia de cada una de las variables en cada una de las celdas. Con este criterio se han ido elaborando las correspondientes tablas de ponderación que permiten cualificar cada una de las celdas según cada una de las variables por separado y posteriormente de una forma sintética.

En definitiva, y a modo de resumen, todo el proceso metodológico se sintetiza en una serie de tareas de integración de la información de distribución de la población

desagregada en celdas de 250 m, con información estadística de consumo de agua por un lado, y con la de catastro por otro, para identificar la relación entre consumo per cápita y zonas según características sociodemográficas y urbanísticas del territorio. En la segunda parte del proceso, integrada la información en cada una de las celdas, se procede a realizar tareas de síntesis, basándose en la individualización de la información en cada una de las entidades de análisis, las celdas, lo que permite realizar tareas de análisis individual de toda la información, con análisis previos de tendencias, así como análisis de ponderación y de definición de perfiles.

capítulo V

análisis y resultados

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En los capítulos anteriores se han descrito todos los procesos necesarios para adaptar la información a las necesidades de análisis, así como los planteamientos metodológicos que se han seguido para desarrollar dicho análisis.

Hecho todo esto, se llega a un último capítulo de análisis y resultados, en el que se realiza la descripción de las operaciones de análisis espacial llevadas a cabo. Posteriormente, en el apartado 2, se pasa a describir los resultados obtenidos, partiendo de los análisis de tendencia para cada una de las variables estudiadas en la caracterización territorial. En el tercer apartado se presentan las distintas zonas en las que se ha clasificado el territorio, definiendo sus características principales y se adjunta también una tabla que resume el número de celdas de cada una de las zonas tipo, así como una serie de datos generales que sintetizan la información contenida. Se presenta a su vez un mapa que refleja la distribución territorial de la zonificación establecida y, por último, se muestra una serie de 16 perfiles, en un formato de ficha, que a su vez representan los cinco tipos de celdas en los que se ha clasificado el territorio.

1. Análisis espacial

El primer paso ha sido el de integrar toda la información de población, consumo de agua y catastro utilizando la misma unidad espacial de análisis, la celda de 250 m de lado. Los pasos que se han dado para ello, tal y como se ha descrito en capítulos anteriores, son los que se describen de una forma detallada a continuación.

1.1. Consumo de agua por celdas de 250 m

La unidad de medida es la del litro/persona/día y ya se ha descrito en capítulos anteriores el tratamiento que se ha dado a la información de origen en cuanto a población y a consumo doméstico de agua. Se ha puesto en relación la información de habitantes con la de consumo y se han sumado los datos de consumo de los cuatro trimestres de 2014 (un dato de consumo pertenece a un trimestre según su fecha de facturación, aunque parte del suministro se haya realizado en el trimestre anterior) y se ha calculado el consumo por persona ($\text{m}^3/\text{habitante/año}$). Este dato se ha

transformado en litros y se ha dividido el consumo anual por habitante por 365 para calcular el dato final de litro/persona/día.

Antes de continuar es necesario reseñar algunos aspectos de interés en estas operaciones. Después de preparada la capa de consumo de agua por persona y día, se ha llevado a cabo el correspondiente control de calidad de la información analizando, entre otras cosas, la coherencia y consistencia de los datos, y se ha observado la necesidad de tomar una serie de decisiones. Por un lado, hay una parte del consumo de agua, suministrado por Aljarafe, que no puede ser tratado en este trabajo, al menos si se pretende realizar el mismo análisis que en el resto del territorio. Se trata de las acometidas que se encuentran en celdas donde no existe población residente, fundamentalmente en espacios productivos, polígonos industriales, zonas deportivas, zonas educativas, etc. Esto afecta a un total de 6.986 acometidas que suman 818.457 m³ en el año 2014, lo que supone un 5,80% sobre el total de agua suministrada en acometidas georreferenciadas (14.099.992 m³). Por otro lado, hay también un número elevado de celdas con población residente, pero sobre los que no hay datos de consumo. Esta situación se da en aquellas zonas donde el suministro de agua corriente no es realizado por Aljarafe, debido a causas diversas, tal y como se ha comentado en capítulos anteriores (ver el apartado 2 del capítulo IV).

Se ha realizado también un análisis exploratorio de los resultados obtenidos en relación con la distribución espacial del consumo de agua, expresado en litro/persona/día. Esto ha permitido detectar algunas distorsiones, que ha sido necesario corregir para no perturbar los datos y su análisis. Inicialmente existían un determinado número de celdas con un consumo muy elevado, por encima de los 2.000 l/hab./día. Se ha realizado una revisión manual de la localización de las celdas y de las acometidas, y, trabajando con información auxiliar (fotografías aéreas y catastro), se han detectado determinados desplazamientos de acometidas, muchas veces ocasionados por la geocodificación a centro de vía, lo que, en vías muy largas en espacios urbanos no consolidados, ha llevado la localización de la acometida a zonas con muy escasa población, tal y como se ha detallado en el capítulo IV, apartado 2.4. Se ha asignado un consumo medio o alto a una población reducida, pero que no era la que realmente le corresponde. Estas distorsiones se han corregido manualmente y el resultado del consumo por habitante en esas celdas ha pasado a ser el que realmente le corresponde.

1.2. Relación entre el consumo de agua y los habitantes de cada celda.

Consumo litro/persona/día en cada celda

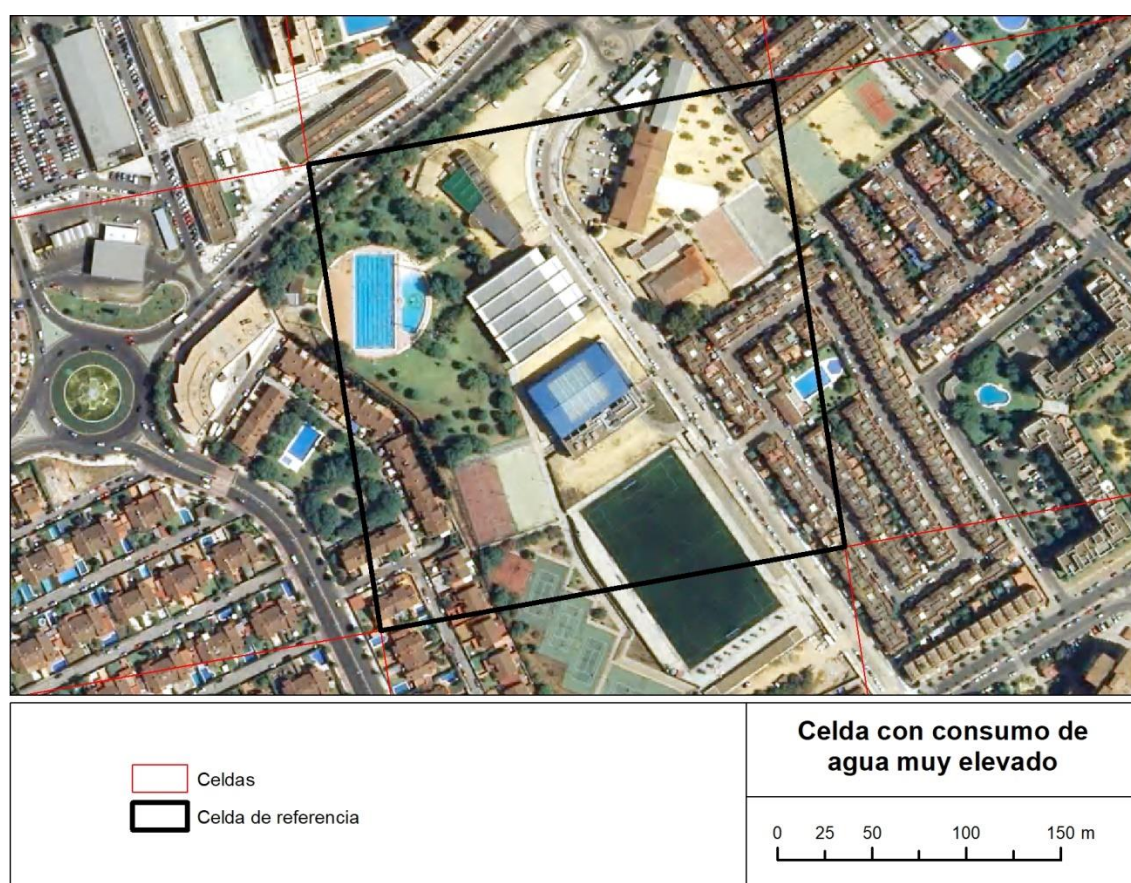
La celda de 250 m es espacialmente homogénea y permite integrar todos los datos necesarios para realizar el análisis: población, consumo de agua e información urbana de catastro. El primer paso en la integración de la información ha sido el de relacionar el consumo de agua en cada una de las celdas con la población residente en la misma. Se realiza a continuación un análisis de los datos obtenidos, que permite dimensionar esta variable y realizar una primera aproximación de las diferencias que se pueden observar en el consumo de agua, representado este en un nivel de desagregación alto y utilizando unidades de análisis homogéneas.

La variabilidad en los datos en cuanto a consumo por persona y día es amplia y va desde celdas donde el consumo está por debajo de los 60 litros por persona y día, hasta otras celdas con consumo por encima de los 500 litros. Pero es interesante destacar que algo más del 63% de las celdas se encuentra en una serie de intervalos que van de los 80 a los 160 l/hab/día y algo más del 81% en consumos que van de los 80 a los 220 l/hab/día. Estos datos de consumo se asemejan en cierta medida a los que se pueden tomar teniendo otras agregaciones territoriales más amplias, como es el caso habitual de los datos obtenidos a nivel municipal.

Cuando, por ejemplo, se trabaja con estos datos municipales se toma el consumo total, que en principio es la cantidad de agua total suministrada y aportada a la red pública de distribución, sin tener en cuenta el destino final de esta agua. Esta cantidad global se pone en relación con el número total de personas empadronadas en el municipio. De esta forma se entiende que todos los habitantes del municipio han participado en las tareas de consumir el agua que ha sido suministrada, independientemente de las actividades realizadas por cada uno de los habitantes, sin tener en cuenta que esa agua ha podido ser consumida por personas procedentes de otros municipios, en actividades diferentes a las habitualmente realizadas en el domicilio de residencia de cada persona. Este ejemplo, referido a los municipios es extrapolable a otras divisiones administrativas, como pueden ser las secciones censales.

Pero hay que tener en cuenta también, que cuando el análisis se realiza bajando a un nivel de detalle tan amplio como el de la celda, puede ocurrir que en alguna de ellas los usos urbanos existentes no sean exclusivamente residenciales y sí estén

presentes de una forma significativa otros usos con consumo alto de agua. Un caso ilustrativo de esta situación es el que se puede observar en el mapa V-1, donde en la celda analizada se observan tres parcelas con usos deportivos, ya que dentro de ella se encuentra un campo de fútbol de césped artificial, una serie de pistas polideportivas, una piscina de uso público de 50 m de largo, un centro acuático y un pabellón polideportivo cubierto. Existe además una parcela con uso educativo por la presencia de un centro escolar y un comedor, así como una zona residencial con viviendas unifamiliares adosadas. Asociada a esta última zona existe también una piscina comunitaria.



Mapa V-1. Caso ilustrativo de celdas con consumo de agua por habitante muy elevado (Zona de Cavaleri en el municipio de Mairena del Aljarafe)

Fuentes: Elaboración propia

Los datos de esta celda son los siguientes: el consumo de agua en 2014 fue de 48.736 m³, de los más elevados dentro del ámbito de trabajo, y la población residente es de 172 personas, relativamente baja. El dato de consumo de agua en relación con la población residente es de 776 l/hab/día, por encima de 500. Es un dato muy alto. Este es un caso que ilustra la situación de determinadas celdas donde la relación entre

consumo de agua y consumidores no es directa espacialmente hablando. Hay que tener en cuenta que gran parte de la población que ha consumido, de forma directa o indirecta, esa agua no reside dentro de los límites de la celda. Pero a su vez es una muestra muy interesante de las capacidades de análisis que ofrece el trabajar en este nivel de desagregación, no solo territorial, sino también temática, puesto que, en caso de conocer el destino final del agua, puede permitir la realización de filtros que den un detalle mayor de la relación entre el agua consumida y la población usuaria.

Por otro lado, se ha obviado en este análisis la información de celdas urbanizadas, pero con ausencia de población residente, puesto que, aunque existen datos de consumo de agua, no se puede realizar el cálculo de la relación de consumo por habitante. Estas celdas ni siquiera aparecen en la capa de la distribución espacial de la población y ya se ha explicado en capítulos anteriores los criterios que se han seguido y en el presente capítulo se aportan datos de cuántas acometidas son las que quedan fuera y no se han podido contabilizar.

1.3. Caracterización urbana del territorio. Catastro

También se han descrito en capítulos anteriores las características generales de la información ofrecida por Catastro, que es la que se ha utilizado para analizar el territorio y conocer las características de las distintas zonas dentro del ámbito de trabajo. De este modo, en el apartado 3 del Capítulo III se describe de una forma muy exhaustiva la información de Catastro y los criterios por los que se ha seleccionado aquella que se ha considerado más interesante para el análisis que se ha realizado. Y por otro lado, en el apartado 3 del capítulo IV se ha descrito el proceso de gestión de la información de Catastro para adaptarla a las necesidades de análisis.

Se ha descrito también anteriormente los procesos seguidos para integrar la información de población y consumo de agua en las celdas de 250 m de lado generada por el IECA. Este proceso se describe en el apartado 2 del capítulo IV y se han detallado también todos los procesos de trasvase de la información catastral desde la parcela o la unidad constructiva hasta la celda. Este proceso se ha realizado mediante la utilización de los geoprocursos de intersección o unión, y en líneas generales se ha comentado también que se trata de la relación de dos capas, donde una de ellas se compone de entidades espaciales reales, las parcelas catastrales o las unidades constructivas, y otra se compone de unidades espaciales virtuales, las celdas, por lo que una parte de las entidades de la primera capa quedan

completamente dentro de una celda, mientras que otras parcelas son fronterizas y quedan divididas en al menos dos celdas.

En el primer caso, la totalidad de la información contenida en las parcelas es trasvasada a la celda que le corresponde. En el caso de las parcelas o subparcelas fronterizas se ha ponderado la información. Se ha calculado la superficie real de la parte de la entidad catastral que queda localizada en cada celda y este dato se pone en relación con el de la superficie total de la entidad. De esta forma, se calcula el porcentaje de la parcela o unidad constructiva que queda en cada celda y se realiza el trasvase de información catastral a cada una de ellas teniendo en cuenta este valor de ponderación para cada una de las celdas.

De este modo se han dividido los bienes inmuebles de una parcela o de una unidad constructiva en la relación proporcional que le corresponde a cada una de las celdas a la que pertenece. Este tratamiento ha sido igual para cada una de las variables con las que se ha trabajado. En los casos en los que la unidad de medida con la que se ha trabajado es de superficie, se han dividido los metros cuadrados totales con la ponderación correspondiente. Para los casos donde la unidad de medida ha sido el bien inmueble, estos han sido divididos en la proporción que le corresponde.

Así, si una parcela, por ejemplo, tiene un 75% de su superficie en una celda y un 25% en otra, los elementos correspondientes han sido repartidos siguiendo esa proporción. Si en ella existen 35 inmuebles con uso residencial con 4.300 m² en total, el reparto sería de 26,25 viviendas en la primera celda y 8,75 en la segunda, con 3.225 y 1.075 m², respectivamente, para cada una de las celdas. El planteamiento es similar, aunque con ciertas variantes, con respecto al utilizado por Pérez-Alcántara:

“- cuando existe un solo recinto geométrico en el *shapefile constru* dentro de la parcela la información se asigna al centroide de este elemento y no de la parcela;
- cuando existen varios recintos la información se asigna al centro de gravedad entre los mismos, ponderado por la superficie” (Pérez-Alcántara *et. al.*, 2016, p. 228).

Se ha decidido para este trabajo dividir la parcela para intentar repartir cada dato de la forma más equitativa y ponderada posible, distribuyendo los datos entre las celdas a las que pertenece. En la descripción de la información catastral se ha explicado antes que los datos de los bienes inmuebles están alojados en la base de datos que corresponde, el fichero tipo 15 que queda asociada espacialmente a la parcela catastral a la que pertenece, no al elemento constructivo. Se ha tenido en cuenta la

consistencia de la información y se ha considerado como mejor opción la asignación de la información de los bienes inmuebles a su parcela.

No se ha considerado oportuno para el trabajo planteado asignar los datos solo al centroide de la parcela, sino que se ha optado por la división de esta entre las celdas a las que pertenece. Estas consideraciones son para las variables de uso, antigüedad, alturas y dimensiones de las viviendas, las tomadas del fichero tipo 15 de bienes inmuebles.

Para analizar la presencia de las piscinas y las zonas de patio y jardín se ha trabajado, como se ha dicho, con información de la capa [Constru.shp]. Son los polígonos de esta capa los que han sido divididos. Las consideraciones son similares a las que se han tenido en cuenta para las variables anteriores, fundamentalmente para el caso de los patios y jardines. En el caso de las piscinas, éstas son de dimensiones más reducidas y la utilización del centroide no hubiera cambiado demasiado los resultados, pero se ha optado por unificar el criterio utilizado para todos los casos.

1.4. Integración de la información. Análisis de tendencias en el consumo según características urbanas de las celdas

Integrada la información de catastro en las celdas de 250 m de lado, se ha realizado un análisis de la tendencia del consumo de agua en relación con cada una de las variables estudiadas.

Se han tomado las tablas de atributos de cada una de las capas que se han generado en las operaciones de intersección entre parcelas catastrales y celdas. Con cada una de estas tablas se han generado una serie de tablas-resumen que han permitido el análisis de las tendencias. Se cuenta para cada celda con el consumo de agua y con las características urbanas que se han estudiado por separado. Esto permite analizar la tendencia del consumo de agua puesta en relación con cada una de las variables de análisis por separado.

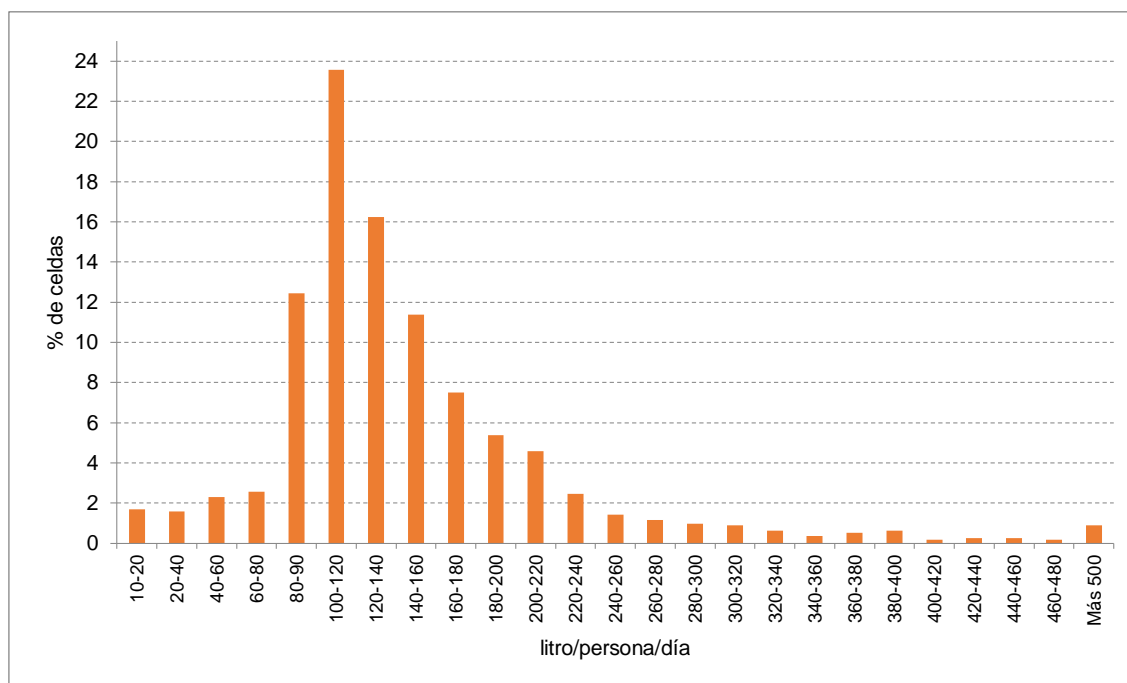


Figura V-1. Consumo de agua por celdas

Fuentes: Elaboración propia. Datos aportados por Aljarafesa

Previo a todo esto, se ha analizado la tendencia en el consumo de agua, según mayor o menor presencia de celdas en cada uno de los intervalos. Se observa una clara concentración de celdas en consumos en torno a los 80 - 160 litros/persona/día. Partiendo del análisis de la tendencia general (figura V-1), se han generado unos intervalos de consumo, que han permitido sintetizar el análisis de tendencias. Estos intervalos son los siguientes:

(litro/persona/día)

- Menos de 100
- De 100 a 125
- De 125 a 150
- De 150 a 175
- De 175 a 200
- De 200 a 250
- Más de 250

Partiendo de lo analizado en este apartado, se han generado a continuación una serie de tablas-resumen, una por cada una de las variables tratadas. El campo de agregación ha sido siempre el del intervalo de consumo por persona y día, y en los campos se hace referencia a los parámetros tratados en cada una de las variables urbanas con las que se ha trabajado.

1.4.1. Usos de los bienes inmuebles

Como se ha comentado ya, se ha trabajado con los usos que son más relevantes en el consumo de agua. Esta relevancia es dada, por un lado, por el número de inmuebles en cada uno de los usos y, por otro, por las características propias de la actividad que se realiza, así como su relación con el consumo de agua. Es muy elevado el número de inmuebles con uso residencial, pero hay que tener en cuenta también que el análisis se realiza solo en aquel territorio donde otros usos comparten espacio con el uso residencial. La unidad de medida que se ha utilizado para cuantificar el consumo de agua pone en relación el volumen consumido en un espacio con el número de personas que lo habita, tal y como se hace habitualmente. De este modo aquellas celdas donde no existe población residente, o esta es demasiado escasa, han sido excluidas para el análisis.

Tabla V-1. Tabla síntesis del consumo de agua según uso de los bienes inmuebles

Consumo (l/hab/día)	Núm. de celdas	Uso residencial	Uso industrial	Uso educativo/deportivo	Otros usos (ocio, comercial, hostelería)	Resto de usos	Total
Menor 100	233	77,74	5,00	4,29	7,06	5,91	100
100-125	322	81,84	3,72	4,47	5,17	4,79	100
125-150	207	77,95	4,17	5,27	5,41	7,21	100
150-175	119	75,83	5,48	8,03	6,34	4,32	100
175-200	81	74,93	4,64	9,72	7,80	2,91	100
200-250	86	78,96	3,51	8,53	4,52	4,48	100
250 +	95	66,77	5,50	5,92	14,03	7,78	100
Total	1.143	77,77	4,39	5,63	6,69	5,53	100

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

Inicialmente se han clasificado las celdas según el consumo de agua por persona, partiendo de los intervalos establecidos. Para estudiar la tendencia en el consumo de agua se ha generado una tabla-resumen en la que la información de agregación es el consumo de agua, clasificado en intervalos, y se ha sumado para cada caso el número de metros cuadrados de cada uno de los usos utilizados como referencia: residencial, industrial, educativo/deportivo y otros (agregando en este oficinas, comercio y ocio/hostelería). En la tabla V-1 se puede observar esta información en una relación porcentual, donde se toman todas las celdas que están en cada intervalo de consumo y se analiza el porcentaje de inmuebles según los usos que está presente en cada

caso. El análisis es sintético y se toman todas las celdas que se encuentran en cada intervalo de consumo y se suman los metros cuadrados de cada uso contenidos en las parcelas que hay en cada una de las celdas.

Realizadas estas operaciones se puede observar que la tendencia en cuanto al uso residencial es descendente (ver tabla V-1). Hay mayor presencia de viviendas en las zonas con intervalos de consumo bajo y se reduce en las zonas de mucho consumo. Esto indica que el uso residencial influye en un consumo bajo de agua. Es el uso que proporcionalmente consume menos agua.

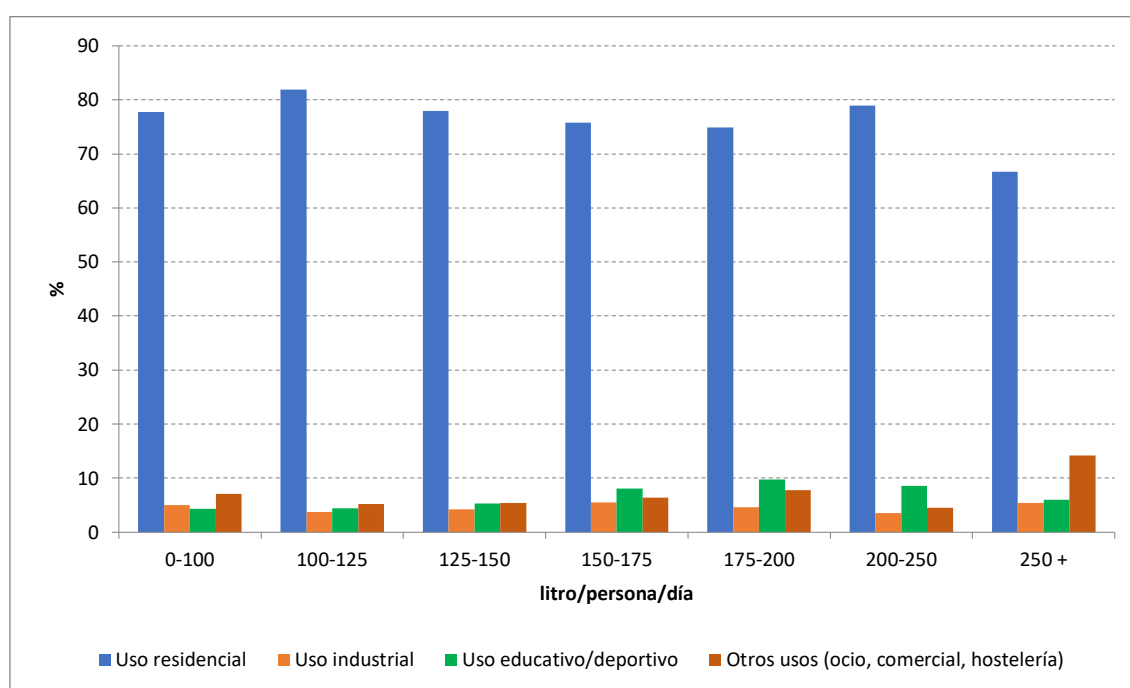


Figura V-2. Consumo de agua según uso de los bienes inmuebles

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafesa y del IECA

No es destacable la tendencia en el uso industrial, que es muy estable, sin una presencia especialmente acusada en ninguno de los intervalos de consumo, rondando el 4% de celdas en cada uno de ellos. Existen pequeñas diferencias, pero no son acusadas. Cabe recordar de nuevo que los usos industriales radicados en espacios no compartidos con vivienda no aparecen reflejados en este análisis.

En una situación diferente se encuentran los usos educativo y deportivo con una fuerte presencia en las celdas de mayor consumo, sobre todo por encima de los 150 y de los 175 litros, debido fundamentalmente a la presencia de instalaciones con consumo alto

de agua, como piscinas de grandes dimensiones, campos de fútbol y otros espacios similares. También se encuentran en esta situación los usos comerciales, de ocio y hostelería, con una demanda alta de agua y, por lo tanto, con mayor presencia en las celdas de más consumo, en una tendencia sensiblemente mayor que en el caso anterior (ver figura V-2).

1.4.2. Año de construcción o reforma

En apartados anteriores, fundamentalmente dentro del capítulo II, se ha comentado ya la transformación urbana que sufre el Aljarafe en los últimos años. Esta transformación se inicia en los años 70 y 80 del siglo XX y tiene una aceleración muy intensa a partir de inicios de los años 90. De los algo más de 161.000 inmuebles con los que finalmente se ha trabajado, un 41% tiene una antigüedad, según figura en Catastro, posterior al año 2000, un 62% si se amplía el intervalo a una antigüedad no anterior a 1990.

Tabla V-2. Tabla síntesis del consumo de agua según año de construcción o reforma de los bienes inmuebles

Consumo (l/hab/día)	Antes de 1970	1971- 1990	1991- 2000	2001- 2016	Total
Menor 100	20,18	31,87	16,63	31,32	100
100-125	21,94	18,67	21,81	37,58	100
125-150	14,44	15,75	19,80	50,01	100
150-175	15,85	14,70	21,81	47,64	100
175-200	12,44	19,73	28,18	39,65	100
200-250	11,12	17,84	23,61	47,42	100
250 +	6,56	7,72	16,02	69,70	100
Total	17,90	20,57	20,09	41,44	100

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

Esta fuerte modificación del paisaje urbano no hace referencia solo al número, sino también a la tipología, tal y como se ha comentado, entre otros, a lo largo de todo el capítulo II y en el apartado 3 del capítulo IV. Puesta en relación la antigüedad de la construcción o reforma de los inmuebles con el consumo de agua que tiene lugar en cada celda, aquellas donde predominan los de construcción más reciente, son las que cuentan con el consumo más alto, siendo muy destacable el consumo de agua en las

celdas donde los inmuebles han sido construidos ya en el siglo XXI, con tendencia a tener presencia destacada en las celdas de consumo alto (ver tabla V-2 y figura V-3).

Por el contrario, las celdas con inmuebles más antiguos, tanto las anteriores a 1990, como las anteriores a 1970 cuentan con consumos mucho más bajos, y una presencia muy residual en las celdas de consumo más alto.

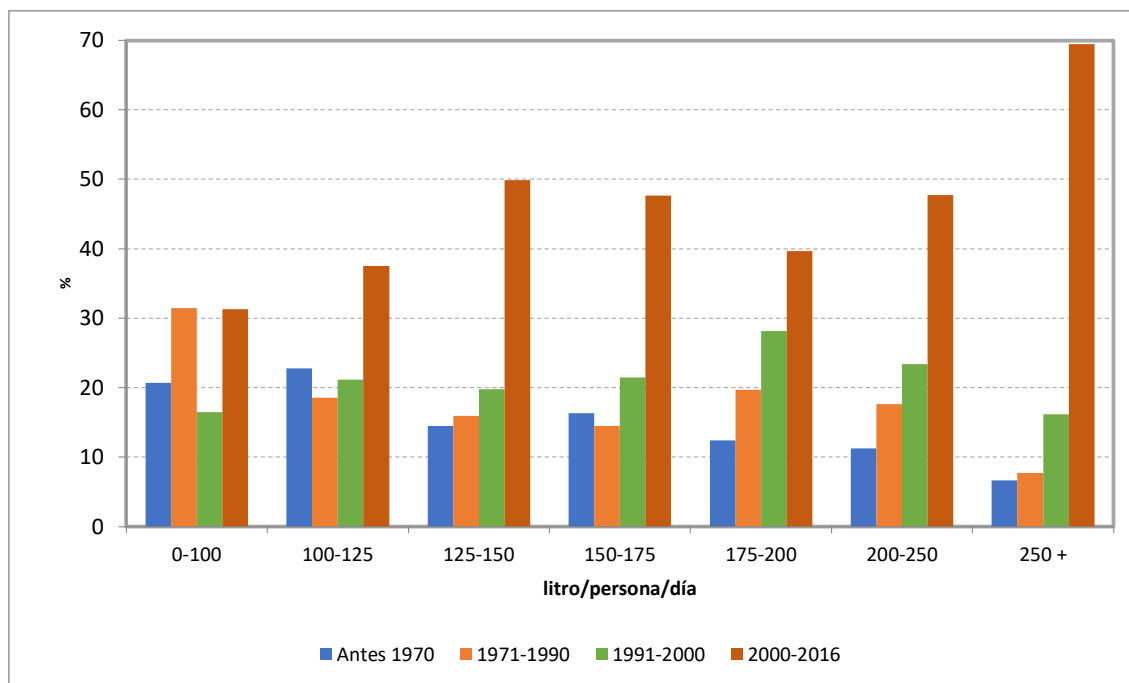


Figura V-3. Consumo de agua según año de construcción o reforma

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

1.4.3. Tipología constructiva. Altura de los edificios

La tipología constructiva se considera también un elemento que influye de una forma muy determinante en el consumo de agua. La evolución urbana que sufre el territorio de estudio en los últimos 30-40 años modifica en ciertos aspectos el desarrollo urbano, pasando de una tipología basada en el poblamiento tradicional andaluz de núcleos de población compactos a otra tipología más extensiva. De esta forma, de las algo más de 120.000 viviendas analizadas, unas 91.000 (el 75% del total) son viviendas unifamiliares. El resto son viviendas plurifamiliares, quedando agrupadas para este análisis en dos grandes grupos: viviendas en edificios de una a tres plantas y viviendas en edificios de más de tres plantas. En este último caso se encuentran solo

unas once mil viviendas, lo que supone una proporción que no llega al 10% sobre el total.

Tabla V-3. Tabla síntesis del consumo de agua según altura de los edificios donde se encuentran los bienes inmuebles

Consumo (l/hab/día)	Unifamiliar	Plurifamiliar I (plantas 1-3)	Plurifamiliar II (plantas 4-15)	Total
Menor 100	57,34	23,57	19,09	100
100-125	83,29	12,68	4,03	100
125-150	76,24	14,38	9,38	100
150-175	89,34	5,61	5,04	100
175-200	82,37	15,51	2,12	100
200-250	77,29	14,31	8,40	100
250 +	64,06	5,24	30,70	100
Total	74,44	15,16	10,40	100

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del Fichero Tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

La tendencia en el consumo es ascendente en las celdas con presencia de viviendas unifamiliares, puesto que estas son más numerosas en las celdas de consumo alto, fundamentalmente por encima de los 150 litros de consumo. En el caso de las viviendas plurifamiliares, destaca la amplia presencia en las celdas de consumo bajo, sobre todo en las de menos de 100 l/hab/día, siendo más acusada esta tendencia en las viviendas en edificios de menos de tres plantas. En las viviendas en edificios más altos la tendencia es similar, pero se ve contrastada con una fuerte presencia en las celdas de más de 250 litros (ver tabla V-3 y figura V-4).

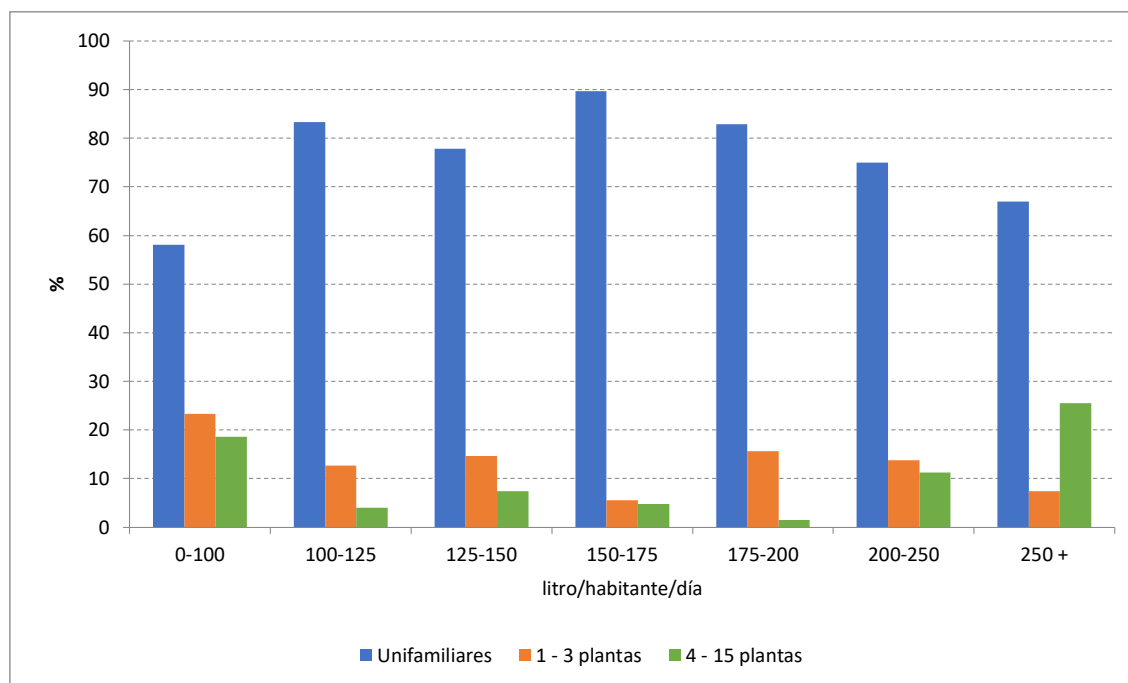


Figura V-4. Consumo de agua según tipología urbana. Altura de los edificios

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

1.4.4. Superficie media de las viviendas

En el apartado 3.4 del capítulo IV se ha explicado el tratamiento previo dado a las dimensiones de la vivienda. Se han clasificado todas ellas en distintos intervalos según tamaño. La unidad de medida es el metro cuadrado construido e inicialmente se organizaron en seis intervalos, que en fases posteriores se ha decidido dejar en tres para permitir un análisis de tendencia más fácil de interpretar. De esta forma la tendencia es absolutamente descendente en las viviendas de tamaño más reducido, menores de 120 m², ya que casi un 60% de las que cuentan con estas dimensiones se encuentran en intervalos de muy bajo consumo.

Tabla V-4. Tabla síntesis del consumo de agua según tamaño medio de las viviendas

Consumo (l/hab/día)	Núm. de celdas	Menos de 120 m ²	De 120 a 180 m ²	Más de 180 m ²	Total
Menor 100	233	56,15	27,13	16,71	100
100-125	322	41,43	37,10	21,47	100
125-150	206	31,95	42,92	25,13	100
150-175	118	22,28	43,73	33,99	100

Consumo (l/hab/día)	Núm. de celdas	Menos de 120 m ²	De 120 a 180 m ²	Más de 180 m ²	Total
175-200	80	23,51	35,84	40,66	100
200-250	88	21,08	34,59	44,33	100
250 +	86	26,46	42,12	31,43	100
Total	1.211	20,91	35,58	43,50	100

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

Por otro lado, la tendencia en las zonas con viviendas de mayor tamaño es ascendente, tanto en las de tamaño medio o medio alto, de 120 a 180 m², como fundamentalmente en las grandes, donde la línea de tendencia es muy acusada, con una presencia elevada en celdas de consumo superior a los 175 litros por persona y día (ver tabla V-4 y figura V-5).

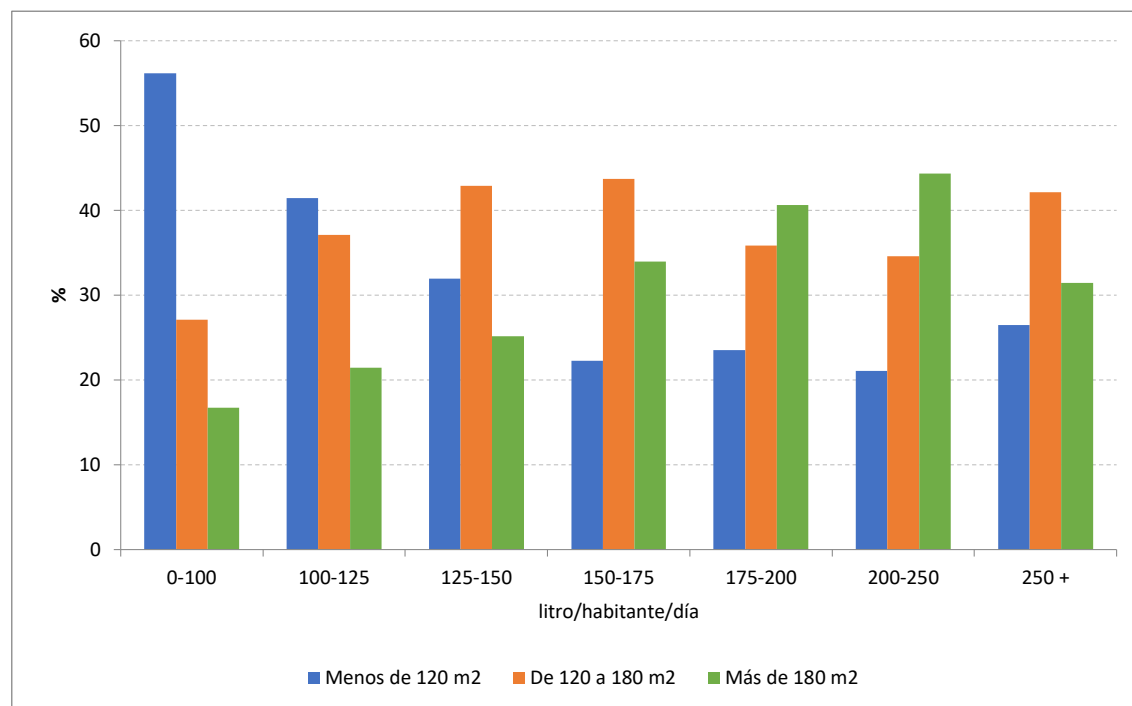


Figura V-5. Consumo de agua según tamaño medio de las viviendas

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados del fichero tipo 15, Registro de Inmueble, de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

1.4.5. Presencia de piscinas

Para las operaciones de análisis con los datos de esta variable, se ha seleccionado dentro de la capa de unidades constructivas, [Constru.shp], todas aquellas entidades

que son identificadas como piscina y se ha ejecutado el geoproceso de intersección con la capa de celdas para realizar la transferencia de información desde la capa de unidades constructivas con uso de piscina hacia esta capa. Se ha calculado la superficie de lámina de agua que corresponde a cada celda y se han clasificado estas según los metros cuadrados que hay en cada una de ellas, para ponderarlas en función de la mayor o menor presencia de piscinas y, por lo tanto, del consumo potencial de agua para estos usos. De esta forma se han establecido cuatro intervalos siguiendo este criterio:

Superficie de lámina de agua (m²)

- Menos de 100
- De 100 a 500
- De 500 a 1.000
- Más de 1.000

Tabla V-5. Tabla síntesis del consumo de agua según la presencia de piscinas

Consumo (l/hab/día)	Superficie de las láminas de agua (m ²)				Total
	Menos de 100	100-500	500-1.000	Más de 1.000	
Menor 100	6,33	40,73	23,12	29,82	100
100-125	5,31	35,01	33,61	26,07	100
125-150	2,12	20,07	28,91	48,89	100
150-175	1,54	16,37	32,32	49,77	100
175-200	0,45	10,14	36,77	52,64	100
200-250	0,78	11,72	30,17	57,34	100
250 +	1,01	18,73	26,50	53,76	100
Total	2,46	21,90	32,21	43,43	100

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados de la capa [Constru.shp] de la Dirección General de Catastro, de Aljarafesa y del IECA

La tendencia en el caso de las piscinas presenta un comportamiento muy diferente en cada uno de los intervalos analizados. De este modo, las celdas con más metros cuadrados de lámina de agua de piscina, más de 1.000 m², coinciden con las celdas de mayor consumo de agua, que son las que están por encima de los 150 y los 175 litros. Esta tendencia se observa estable, sin destacar en ningún caso para las celdas que se encuentran en el caso intermedio, entre 500 y 1.000 m². Sin embargo, las celdas con poca superficie de lámina de agua de piscina, por debajo de 500 o de 100

m² coinciden con las celdas con el consumo más bajo y tienen muy poca presencia en las celdas con consumo por encima de los 150 litros por persona y día (ver tabla V-5 y figura V-6).

La presencia más alta de piscinas, tanto públicas como privadas, en una celda conlleva siempre un consumo de agua más alto.

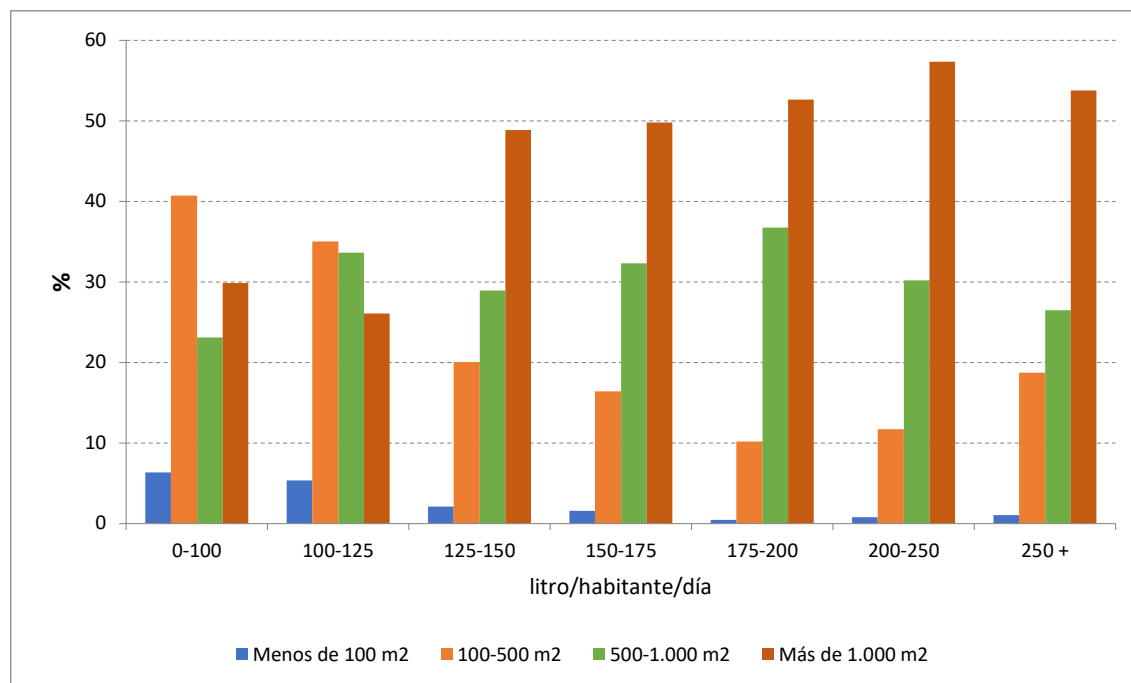


Figura V-6. Consumo de agua según presencia de piscinas (superficie de las láminas de agua en m²)

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados de la capa [Constru.shp] de la Dirección General de Catastro, de Aljarafesa y del IECA

1.4.6. Presencia de patio o jardín

Por último, las operaciones de análisis realizadas para esta variable son muy similares a las llevadas a cabo para el caso de las piscinas. En este caso las superficies con las que se ha trabajado son mayores, puesto que es siempre más amplio el espacio ocupado por las zonas de patio y/o jardín que las ocupadas por las piscinas. Por ello los intervalos que se han elaborado son distintos:

Superficie (m²)

- Menos de 5.000
- De 5.000 a 10.000

- De 10.000 a 15.000
- Más de 15.000

Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla V-6 y el la figura V-7.

Tabla V-6. Tabla síntesis del consumo de agua según la presencia de patio/jardín

Consumo (l/hab/día)	Superficie (m ²)				Total
	Menos 5.000	5.000- 10.000	10.000- 15.000	Más de 15.000	
Menor 100	9,75	21,52	27,24	41,49	100
100-125	6,10	18,91	37,09	37,90	100
125-150	5,40	14,08	24,59	55,92	100
150-175	3,58	9,43	19,93	67,06	100
175-200	3,17	5,37	15,06	76,40	100
200-250	2,68	12,20	15,51	69,61	100
250 +	4,79	14,04	9,74	71,44	100
Total	9,75	21,52	27,24	41,49	100

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados de la capa [Constru.shp] de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

Se observa una clara tendencia a que las celdas con mayor presencia de espacios de patio/jardín sean también las de consumo de agua más alto. Destaca en este sentido, que las celdas con más de 15.000 m² son las que tienen mayor consumo de agua, coinciden fundamentalmente con celdas con consumo superior a los 150 litros por persona y día. Un aspecto que es conveniente tener en cuenta es que algunas de estas celdas cuentan con una superficie de patio/jardín superior a los 30.000 m² e incluso en un número destacado de casos se superan los 40.000 m². Partiendo del dato de que todas las celdas tienen una superficie de algo más de 62.000 m², se está hablando de una proporción muy alta en la ocupación del espacio por parte de estas unidades constructivas en algunas celdas. Por otro lado, la tendencia es diferente en los otros intervalos establecidos y de este modo se puede observar que las celdas con menos superficie de patio o jardín cuentan en líneas generales con un consumo menor de agua, fundamentalmente si se habla de las celdas con menos de 5.000 m², con presencia escasa de datos en celdas con consumo por encima de los 175 l/hab./día, situación inversa a la que se produce en las celdas con más de 15.000 m², muy presentes en las celdas con consumos más altos.

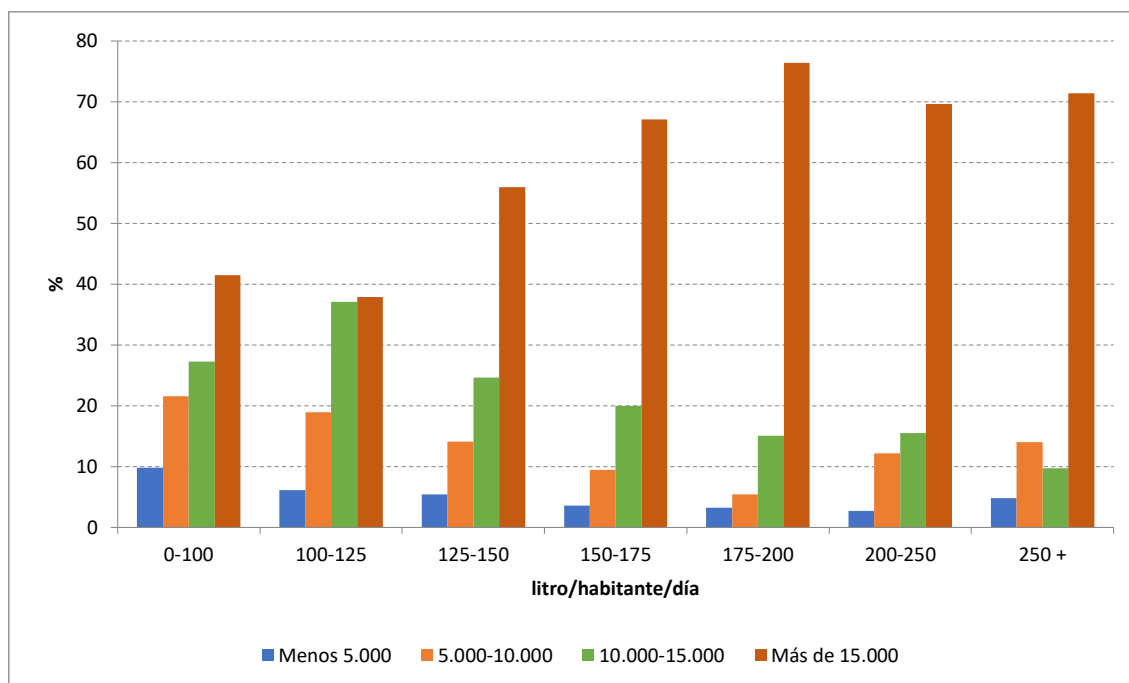


Figura V-7. Consumo de agua según de patio/jardín (superficie en m²)

Fuentes: Elaboración propia. Datos tomados de la capa [Constru.shp] de la Dirección General de Catastro, de Aljarafe y del IECA

2. Síntesis de resultados para las entidades de análisis

En líneas generales, el análisis de tendencias que se ha ido explicando en el apartado 1.4, ha permitido obtener conclusiones de cuáles son las características del territorio que influyen en un mayor o menor consumo de agua. Se han considerado los datos globalmente, observando el comportamiento para todas las celdas que tiene el mismo valor en cuanto a consumo de agua. Por decirlo de otra forma, se han agregado los datos de todas las celdas que se encuentran en el mismo intervalo de consumo y se ha analizado los datos urbanos de cada una de las variables tratadas. Todo esto se ha realizado para definir los criterios y poder acceder al paso siguiente que es el de analizar sintéticamente las características urbanas de cada una de las celdas, considerando todas las variables que se han estudiado.

A modo de resumen, a partir de los datos de tendencia vistos hasta ahora, se podría definir el perfil de una celda prototipo donde el consumo de agua es alto o muy alto. Y este sería el de una celda con predominio del uso educativo-deportivo y de servicios (oficina, comercio y hostelería); con antigüedad de construcción o reforma posterior a 2001; tipo de vivienda unifamiliar; superficie de vivienda por encima de los 180 m²; fuerte presencia de piscinas (con más de 500 y sobre todo de más de 1.000 m² de

lámina de agua), así como una fuerte presencia de patios y jardines (más de 15.000 m²). En la situación opuesta, las celdas con el consumo de agua más bajo responden al perfil de una celda con predominio de uso residencial; antigüedad anterior a 1991; tipo de viviendas plurifamiliares en edificios entre una y tres plantas; superficie de vivienda por debajo de los 120 m²; una escasa o no muy alta presencia de piscinas (por debajo de los 500 m² de lámina de agua) y una no muy alta presencia de patios o jardines (por debajo de los 15.000 m²).

2.1. Definición de zonas de análisis territorial y asignación de los valores de ponderación

Antes de asignar las características sintéticas de cada celda ha sido necesario realizar una tarea previa, que es la de definir los distintos tipos de zonas con las que se define el territorio. Éste es heterogéneo por definición y no se puede en ningún momento definir zonas totalmente puras u homogéneas, por lo que ha sido muy importante definir bien las zonas que se pueden observar y las características con las que cuenta cada una de ellas.

Cada celda cuenta con seis denominadores cualitativos, según sus características en cada uno de los grupos de variables y el criterio seguido para asignar ese valor es el de la mayor o menor presencia de las distintas variables en las celdas. Esto las define y si la totalidad de los inmuebles presentes tienen solamente uso de vivienda, la celda se define como residencial pura, pero si el uso es mixto, será la intensidad de la presencia de cada uno de ellos la que defina a la celda según los usos. Este proceso se repite con el resto de las variables. Después de analizadas todas ellas se ha elaborado una tabla con valores de ponderación que irán definiendo las características de cada celda.

Cada variable se ha clasificado previamente en tres intervalos de intensidad, establecidos según las características de cada una de ellas y la mayor o menor presencia potencial. Todas las celdas con valores dentro del intervalo A se entiende que tienen una definición preferente dentro de la variable que se esté analizando en cada caso. La situación dentro de los intervalos B o C, describen situaciones de fuerte presencia de un determinado valor, aunque combinado, en mayor o menor medida, con otro valor dentro de la misma variable. Esta asignación de intervalos permite la clasificación de cada celda en cada una de las variables de análisis.

Después de definidas las celdas según sus características en cada una de las variables de estudios, se asignan los correspondientes valores de ponderación parcial. Cada uno de estos se ha definido y se ha cuantificado partiendo del análisis de tendencias que se ha realizado y que se ha descrito en el apartado 1.4 de este capítulo. Una vez realizadas estas tareas, se han llevado a cabo las oportunas operaciones de síntesis para clasificar cada una de las celdas según la presencia de las variables analizadas. La clasificación se ha realizado según el grado de presencia de cada uno de los valores para cada variable en cada una de las celdas, según su peso y teniendo en cuenta los valores de ponderación que se han establecido. Estas han quedado reflejadas en las tablas I-1 y I-2 (apartado 4 del capítulo I de descripción de la metodología), donde se sintetizan los criterios de clasificación que se han seguido para caracterizar a cada una de las celdas según la presencia de cada una de las variables.

2.2. Análisis de los resultados de detalle

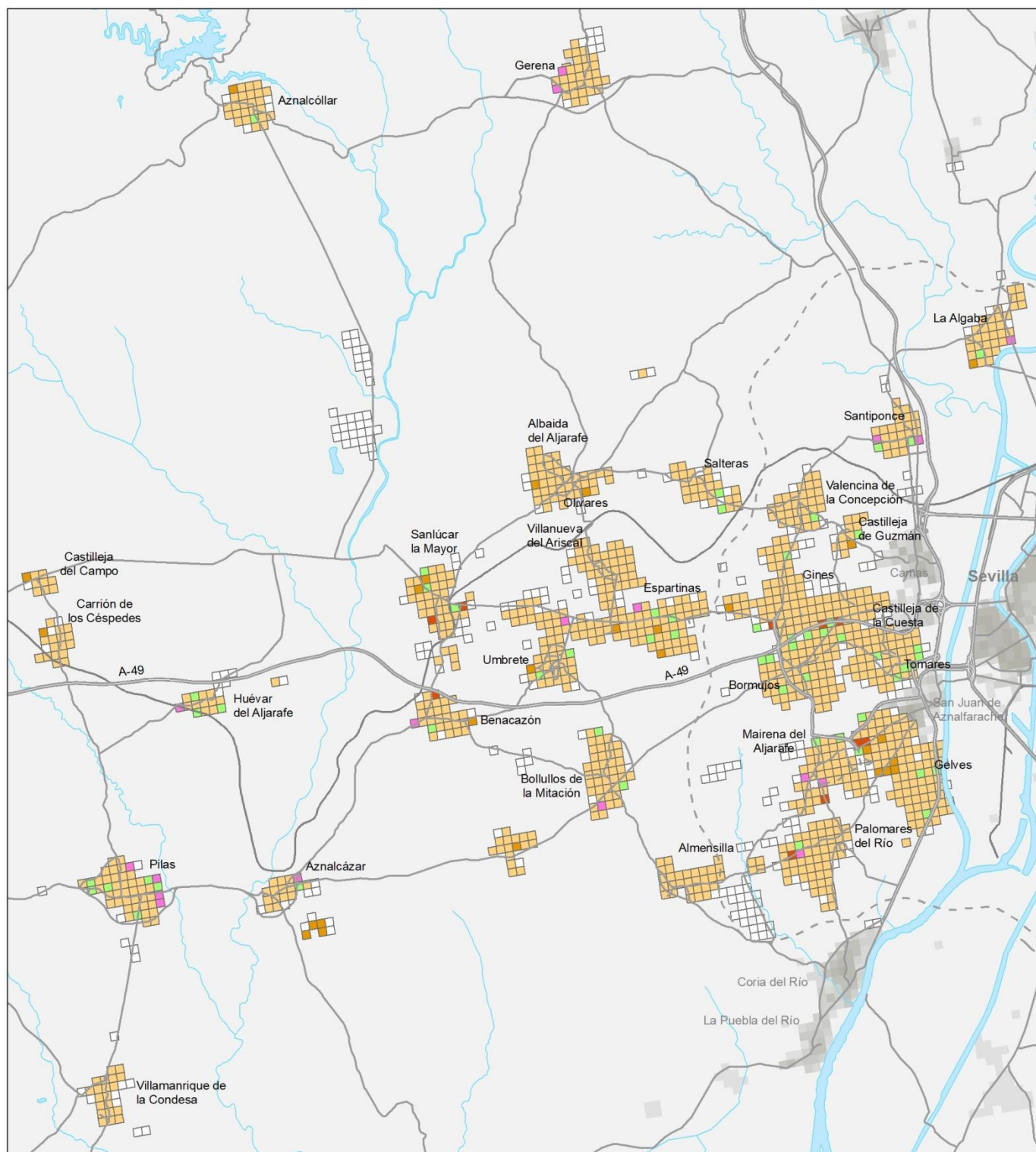
Las operaciones realizadas y detalladas hasta aquí han servido para cualificar cada una de las celdas según las características de cada una de ellas. El paso siguiente consiste en analizar todas las celdas, individualizándolas, y estudiando sus características para cada una de las seis variables. Se construye con ello el perfil de cada celda. En este apartado y los siguientes se describe el análisis realizado y los resultados obtenidos en el proceso de caracterización de cada celda para cada una de las variables. Es interesante repasar los resultados obtenidos en el análisis individual de cada una de las variables. Es muy significativo e ilustrativo cómo cada una de las variables transmite una serie de patrones territoriales, que explican la relación tan directa que existe entre el consumo doméstico de agua y las características urbanas del territorio.

A continuación se presentan los resultados del análisis de cada una de las variables por separado, se detalla la implantación de cada una de ellas en el territorio y se presenta también un mapa con la distribución espacial de cada una de las variables. Todos estos resultados se sintetizan en el proceso final de generación de las zonas urbanas, que definen el territorio en relación al consumo doméstico de agua (apartado 2.3 de este capítulo).

2.2.1. Análisis de la relación entre usos y consumo de agua

El primer dato a tener en cuenta con respecto a los usos, es que más de un 70% de las celdas han sido definidas como de uso residencial predominante, debido en gran medida a que más del 75% de su espacio urbanizado está destinado a este uso. Destaca también que un 20% de las celdas tiene la totalidad del espacio construido con uso de vivienda. Por otro lado, un 4% de las celdas tiene un uso predominantemente industrial, mientras que en un 6% de estas el uso es de predominio educativo o deportivo. Solo algo más del 2% de las celdas se puede definir como de uso comercial, de oficinas u hostelería y el 15% restante son celdas que no tiene un uso claramente definido o se pueden considerar como de uso mixto (ver mapa V-2). Antes de continuar con el análisis se debe realizar alguna consideración para entender los datos con los que se está trabajando. Por un lado, es muy lógico el peso del uso residencial. El desarrollo urbano que ha tenido lugar ya ha sido explicado en otros capítulos y viene a cubrir parte de las necesidades residenciales del área metropolitana de Sevilla. Existen zonas de espacios productivos, pero hay que recordar de nuevo que el estudio hace referencia al consumo de agua y la unidad de medida que se utiliza es la del litro por habitante y día. De este modo, hay celdas de territorio urbano que no cuentan con población residente, o bien esta es escasa. Estas celdas han quedado apartadas del análisis, puesto que no puede conocerse cuál es el consumo per cápita o este dato se ha considerado poco relevante o incluso distorsionador. Por ello, hay espacios dentro del territorio con actividad eminentemente industrial o de servicios que queda fuera del análisis, caso del polígono Pisa o El Manchón.

Vistas estas consideraciones, se destaca que el uso residencial en líneas generales se comporta de una forma muy estable, aunque con una fuerte presencia dentro de las celdas con consumo medio, entre los 120 y los 160 litros. Por otro lado, dentro de las celdas con predominio de los otros usos analizados, hay que destacar la fuerte presencia de celdas con predominio de uso industrial en celdas con consumo de agua bajo, más del 60% de los casos, frente a una escasa presencia en este intervalo de celdas con predominio de uso educativo o deportivo. Las celdas con mayor presencia de estos usos tienen normalmente consumo medio y también, en menor medida, alto. Por otro lado, son las celdas con predominio de usos relacionados con oficinas, comercio ocio y hostelería las que tienen tendencia a poseer los consumos más altos, ya que prácticamente la mitad de estas celdas tienen consumo por encima de los 160 litros por persona y día.



Bienes inmuebles según uso predominante

	Residencial		Deportivo/educativo		Mixto
	Industrial		Oficina/comercial/ ocio y hostelería		Sin dato de consumo

Bienes inmuebles según
uso por celdas



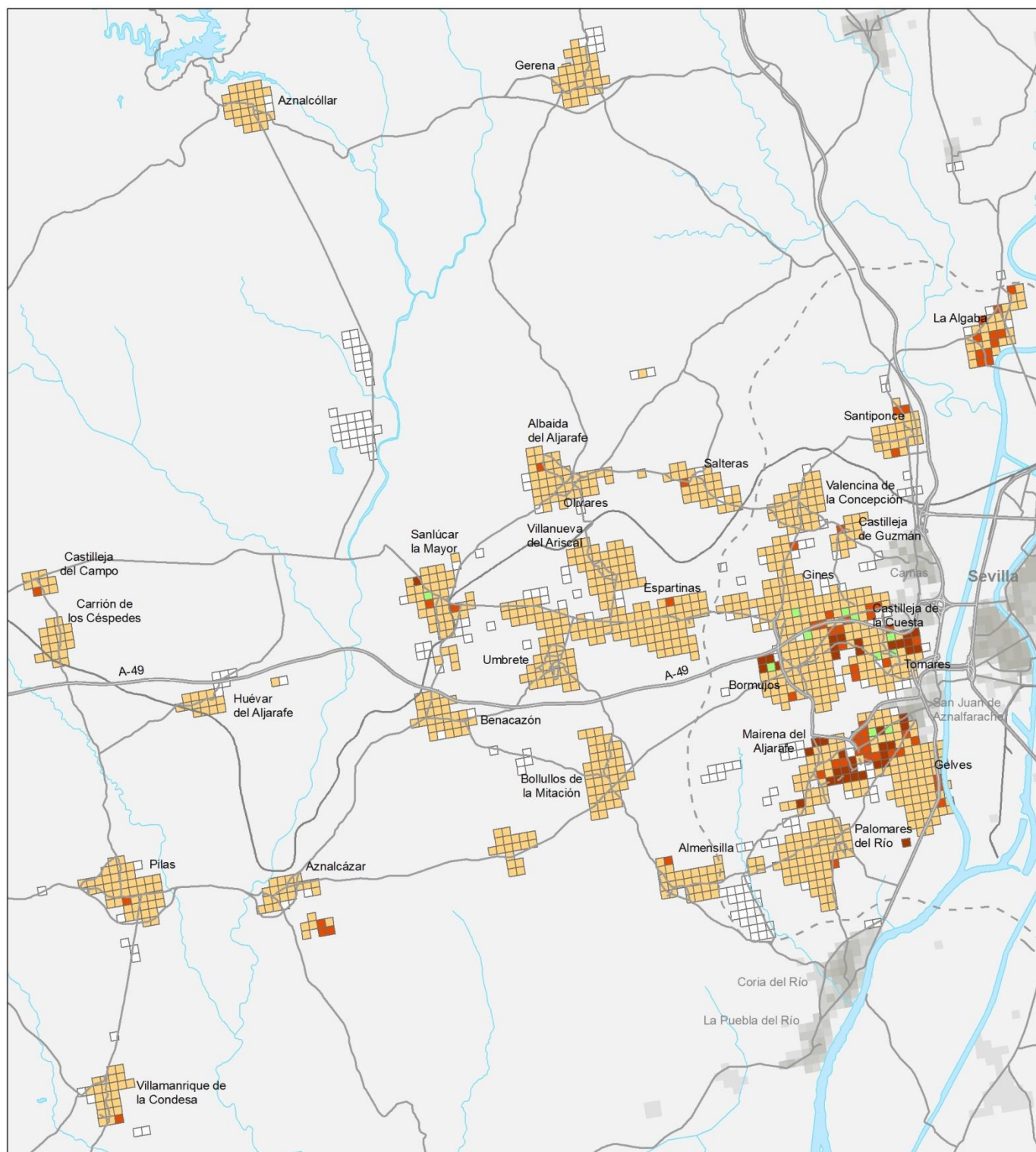
Mapa V-2. Bienes inmuebles según uso

Elaboración propia

2.2.2. Análisis de la relación entre tipología de las viviendas y consumo de agua

Como ya se ha comentado, el 75% de las viviendas existentes en el territorio de estudio son unifamiliares, dato que define en gran medida sus características tipológicas. Analizadas las celdas, se observa que alrededor del 90% cuentan con una presencia muy elevada de viviendas de este tipo, y de todas estas, el 57% son exclusivas de viviendas unifamiliares. Del resto de las celdas, alrededor de 5% tienen predominio de viviendas plurifamiliares de tipo I, de una a tres plantas, y algo más del 3% son celdas predominantemente de plurifamiliares de tipo II, en edificios de más de tres plantas.

Esta amplísima presencia de viviendas unifamiliares dificulta realizar un análisis pormenorizado de cuál es la relación entre la tipología urbana y el consumo del agua, fundamentalmente porque las muestras de celdas con predominio de viviendas plurifamiliares de tipo I y de tipo II son demasiado escasas como para sacar conclusiones claras. Así y todo, es posible comentar que la tendencia en las celdas con predominio de viviendas unifamiliares tiene un consumo medio entre los 100 y los 160 litros, con más de la mitad de estas celdas. Sin embargo, en las celdas con predominio de viviendas plurifamiliares se observa un porcentaje más acentuado en las que se corresponden con un consumo bajo, inferior a los 100 l/hab/día, fundamentalmente en las de tipo I, viviendas en edificios con alturas de una a tres plantas. Prácticamente la mitad de las celdas con predominio de éstas tienen consumos por debajo de los 120 l/hab/día. La síntesis de la distribución de la tipología de las viviendas se puede consultar en el mapa V-3.



Bienes inmuebles según tipología predominante



Bienes inmuebles según tipología por celdas



Mapa V-3. Bienes inmuebles según tipología

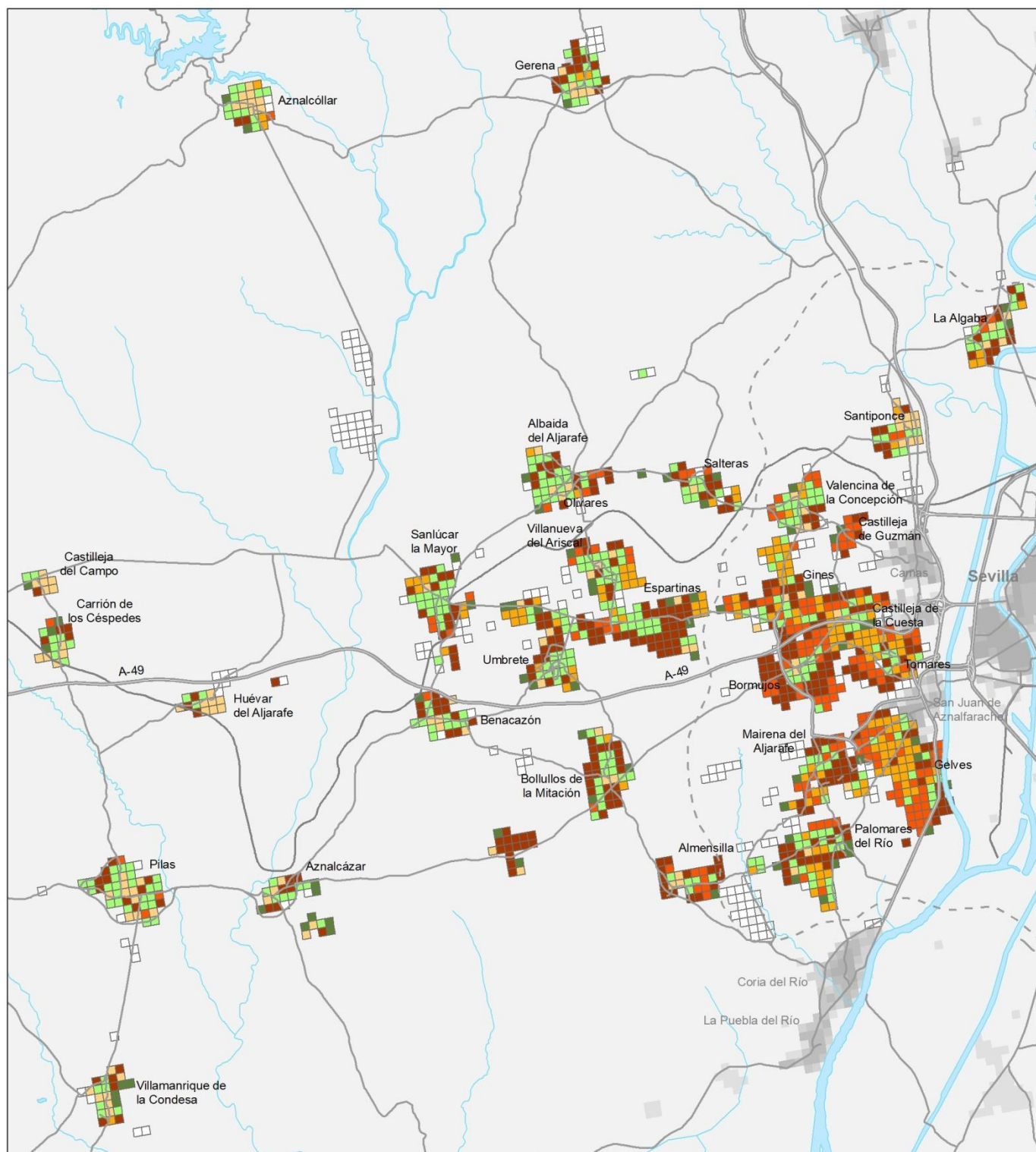
Elaboración propia

2.2.3. Análisis de la relación entre antigüedad y consumo de agua

El comportamiento de esta variable es más heterogéneo que en los dos casos anteriores y no hay ningún valor con una fuerte preponderancia frente a los demás. Hay además que tener en cuenta que la propia dinámica evolutiva de los edificios y sus correspondientes necesidades de reforma o sustitución hace que, en las zonas más antiguas y que llevan más tiempo ocupadas por las edificaciones, es muy complicado que exista una homogeneidad en las fechas de construcción o reforma.

De este modo, aunque es fácil detectar cuáles son las zonas más antiguas y las más nuevas dentro del territorio, las distintas fechas de construcción o reforma en un mismo espacio hacen que sea amplia la presencia de zonas mixtas. Así, algo menos del 10% de las celdas cuenta con presencia mayoritaria de edificios anteriores a 1970, un 15% con edificios de entre 1971 y 1990, algo más del 14% cuenta con presencia mayoritaria de inmuebles construidos o reformados entre 1991 y 2000 y un 32% son celdas con edificios principalmente posteriores al año 2000. El 30% restante de las celdas se han considerado como mixtas en lo referente a su antigüedad, al no ser predominante ninguno de los intervalos temporales establecidos.

De los cuatro períodos analizados la tendencia general en su relación al consumo de agua no es tampoco muy definida. La norma es que en todos los intervalos temporales la tendencia se concentre en los consumos medios, entre 100 y 160 litros en más de la mitad de las celdas, a excepción del período que va de 1971 a 1990. En el resto de los aspectos a tener en cuenta, se observa la tendencia a una existencia de mayor consumo en celdas con predominio de edificios posteriores a 1991, que aquellas donde los inmuebles son predominantemente anteriores a 1970. En estas últimas la tendencia es de mayor presencia de celdas con consumo inferior a los 100 l/hab/día. La síntesis de la distribución de los bienes inmuebles según antigüedad se puede consultar en el mapa V-4, que se presenta a continuación.



Bienes Inmuebles según fecha de construcción o reforma



Bienes Inmuebles según antigüedad por celdas



Mapa V-4. Bienes inmuebles según antigüedad

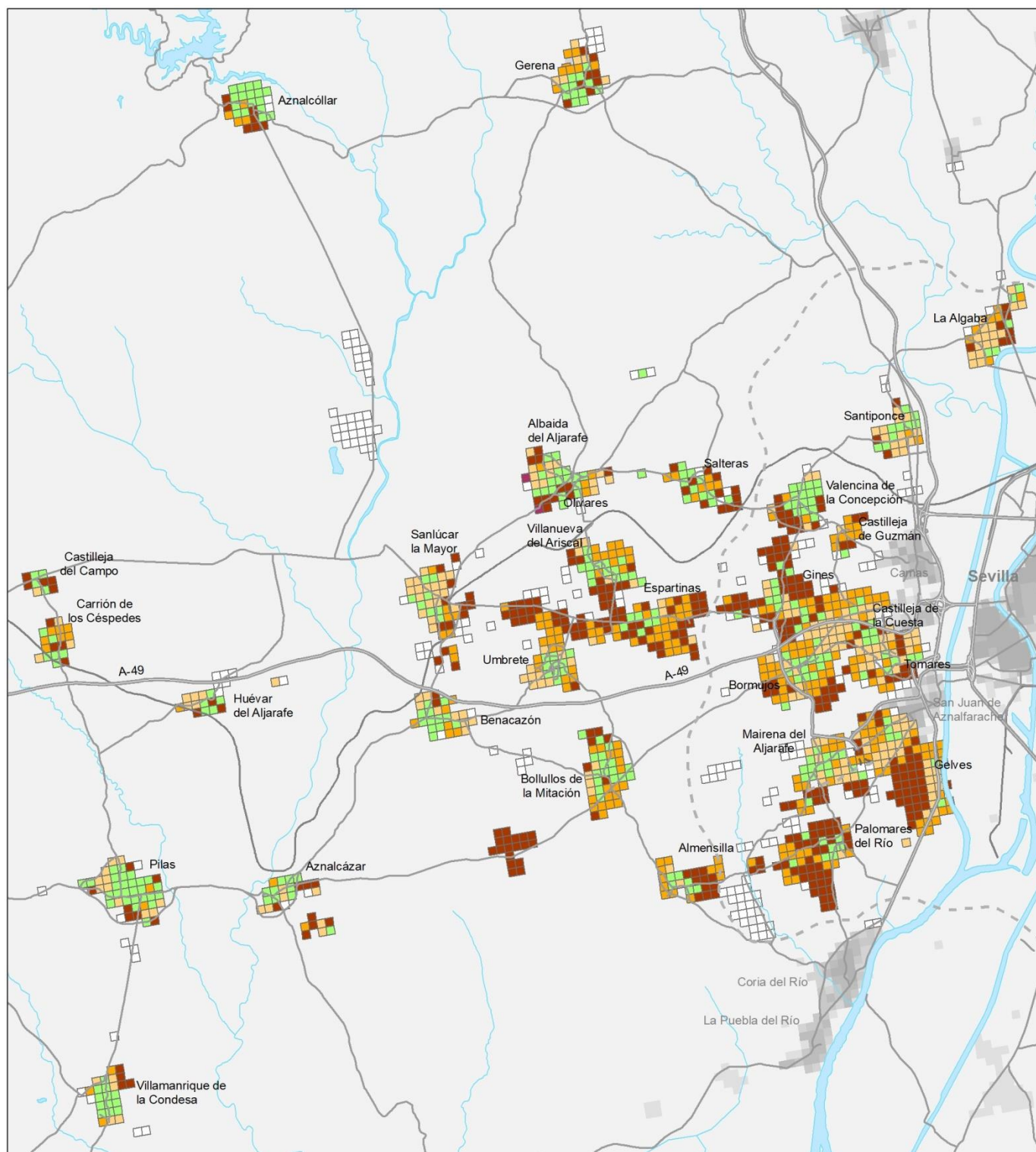
Elaboración propia

2.2.4. Análisis de la relación entre tamaño de las viviendas y consumo de agua

De los algo más de 185.000 bienes inmuebles existentes en el territorio de estudio, casi 136.000 tienen como uso principal el de vivienda. De éstas, un 25% son viviendas con superficie menor a 120 m² construidos, el 34% corresponde a viviendas entre 120 y 180 m² y el 41% restante a viviendas con superficie superior a los 180 m². Esto ya indica una tendencia importante a la presencia de viviendas grandes dentro del territorio. Esto, por un lado puede deberse bien a la existencia de un número alto de viviendas tradicionales en los núcleos antiguos, o a la construcción en períodos posteriores en urbanizaciones nuevas, a partir de los años 70 del siglo XX y sobre todo a partir de la expansión de los años 90.

Cuando se realizan los cálculos para analizar la situación de las celdas según esta variable, se aprecia que en líneas generales las viviendas más pequeñas y las de dimensiones intermedias se reparten de forma más dispersa por el territorio que las más extensas, que se encuentran más concentradas en urbanizaciones de viviendas unifamiliares exentas. Así, el 18% de las celdas cuenta con predominio de viviendas menores de 120 m², el 22% se ha identificado con viviendas de 120 a 180 m² y el 36% cuenta con un predominio de viviendas de gran tamaño, por encima de los 180 m². El 24% restante corresponde a celdas de carácter mixto.

Al analizar la relación entre el tamaño de la vivienda y el consumo de agua, en las celdas con predominio de vivienda grande, más de la mitad, el 54%, cuenta con un consumo de agua elevado, por encima de los 160 l/hab/día, y solo un 10% cuenta con consumo bajo, por debajo de los 100 litros. Por el contrario, el 37% de las celdas con vivienda pequeña tiene consumo bajo, mientras que llega a ser del 13% en las celdas con consumo alto de agua. El 60% de las celdas con predominio de vivienda mediana tiene un consumo intermedio entre los 100 y los 160 l/hab/día. Este análisis confirma, por tanto, el mayor consumo de agua per cápita en las viviendas con mayor superficie construida. La síntesis de la distribución de las viviendas según tamaño se puede consultar en el mapa V-5.



Predominio de viviendas según superficie (m2)



Viviendas según tamaño
por celdas



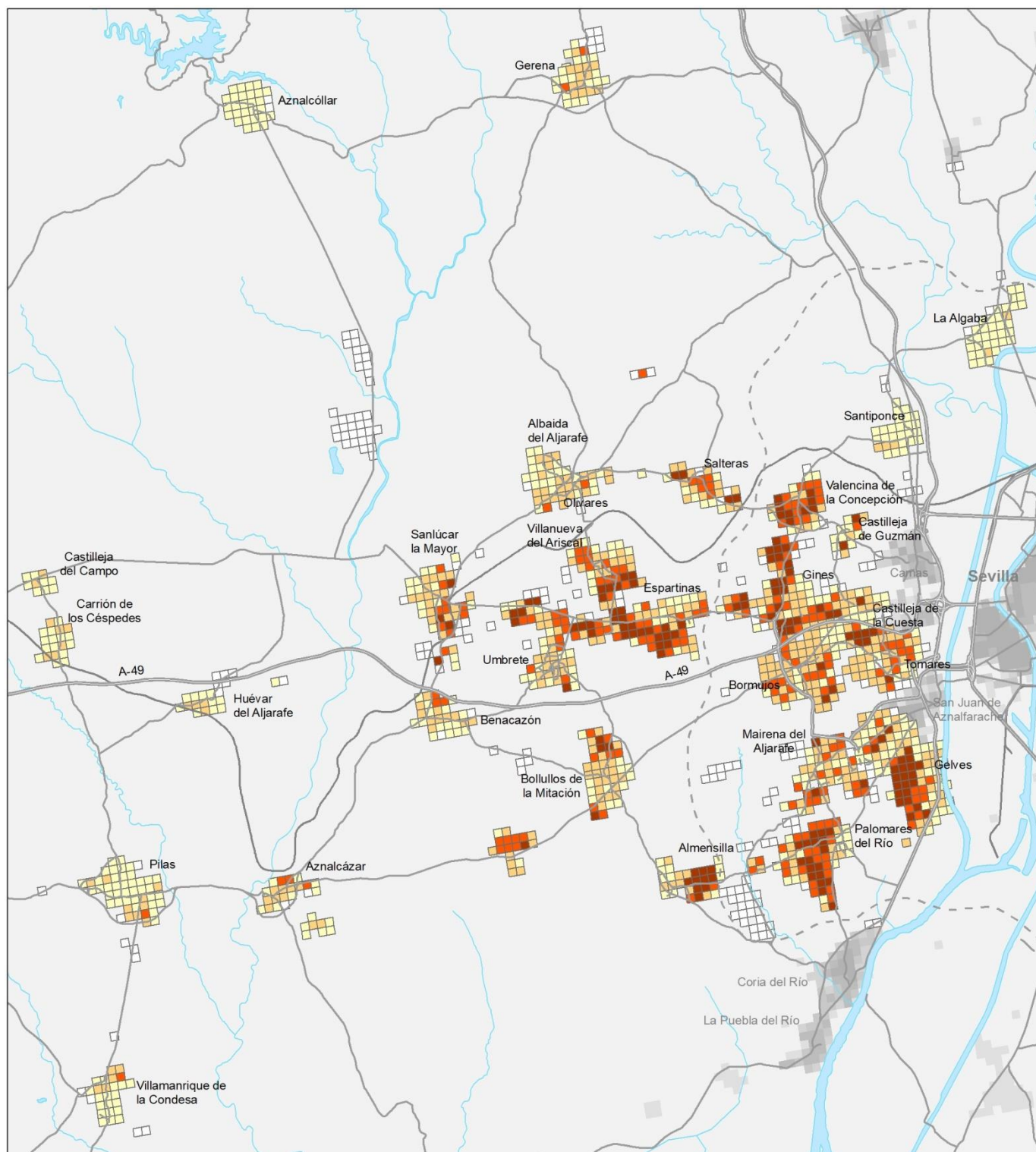
Mapa V-5. Viviendas según tamaño

Elaboración propia

2.2.5. Análisis de la relación entre la presencia de piscinas y consumo de agua

La información de Catastro recoge en su capa de unidades constructivas [Constru.shp] un total de 15.000 elementos identificados como piscina. Éstas son de dimensiones muy diversas, desde piscinas con menos de 10 m² de superficie de lámina de agua hasta otras que superan los 500 m² o incluso, en algunos casos, los 1.000 m². Ya se han explicado los motivos que han llevado a utilizar las dimensiones de las piscinas como unidad de medida, en vez del conteo de estas. Así, después de agregados los datos de superficie de lámina de agua a cada una de las celdas correspondientes, los datos se han dividido, como en otras ocasiones, en una serie de intervalos, que facilitan el análisis. De este modo, el 23% de las celdas cuenta con menos de 100 m² de superficie total de lámina de agua, el 40% son celdas con superficie entre los 100 y los 500 m², el 22% cuenta con entre 500 y 1.000 m² de lámina de agua y el 15% son celdas que superan los 1.000 m². Las piscinas, en líneas generales, se pueden dividir en dos grandes grupos. El primero sería el de piscinas colectivas, bien públicas para uso deportivo o de ocio, o bien privadas en comunidades de viviendas unifamiliares o plurifamiliares. El segundo grupo sería el de piscinas privadas en viviendas unifamiliares con jardín, en zonas urbanizadas en las afueras de los núcleos urbanos. Es en este último caso donde aparecen con más frecuencia las celdas con un número elevado de piscinas y un número alto de metros de superficie de lámina de agua.

Existen numerosas celdas con una suma total elevada en cuanto a la superficie de agua. Son celdas con una presencia de más de 40 piscinas privadas, que en algunos casos superan las 60 o 70 piscinas, y que suman todas ellas superficies superiores a los 1.000 m², acercándose en algún caso a los 4.000 m². Estos casos tienen una concentración significativa en Espartinas, Valencina, Tomares, Mairena y Palomares. De este modo la tendencia es muy clara en cuanto a la presencia de un número elevado de piscinas en las celdas de consumo más alto. Así, más de la mitad de las celdas con más de 1.000 m² de superficie de lámina de agua tiene un consumo alto o muy alto de agua, mientras que es escaso el de celdas con consumo bajo. Por otro lado, se observa un comportamiento muy equilibrado, en cuanto al consumo de agua, en las celdas con superficie entre 500 y 1.000 m², revirtiéndose la tendencia en las celdas con menor presencia de piscinas, puesto que llegan al 50% las celdas con superficie entre 100 y 500 m² que poseen un consumo bajo o muy bajo, siendo muy acusada esta tendencia en las que se encuentran por debajo de los 100 m² de superficie. La síntesis de la distribución de las piscinas según superficie se puede consultar en el mapa V-6.



Superficie de las láminas de agua (m2)



Presencia de piscinas
por celdas



Mapa V-6. Presencia de piscinas

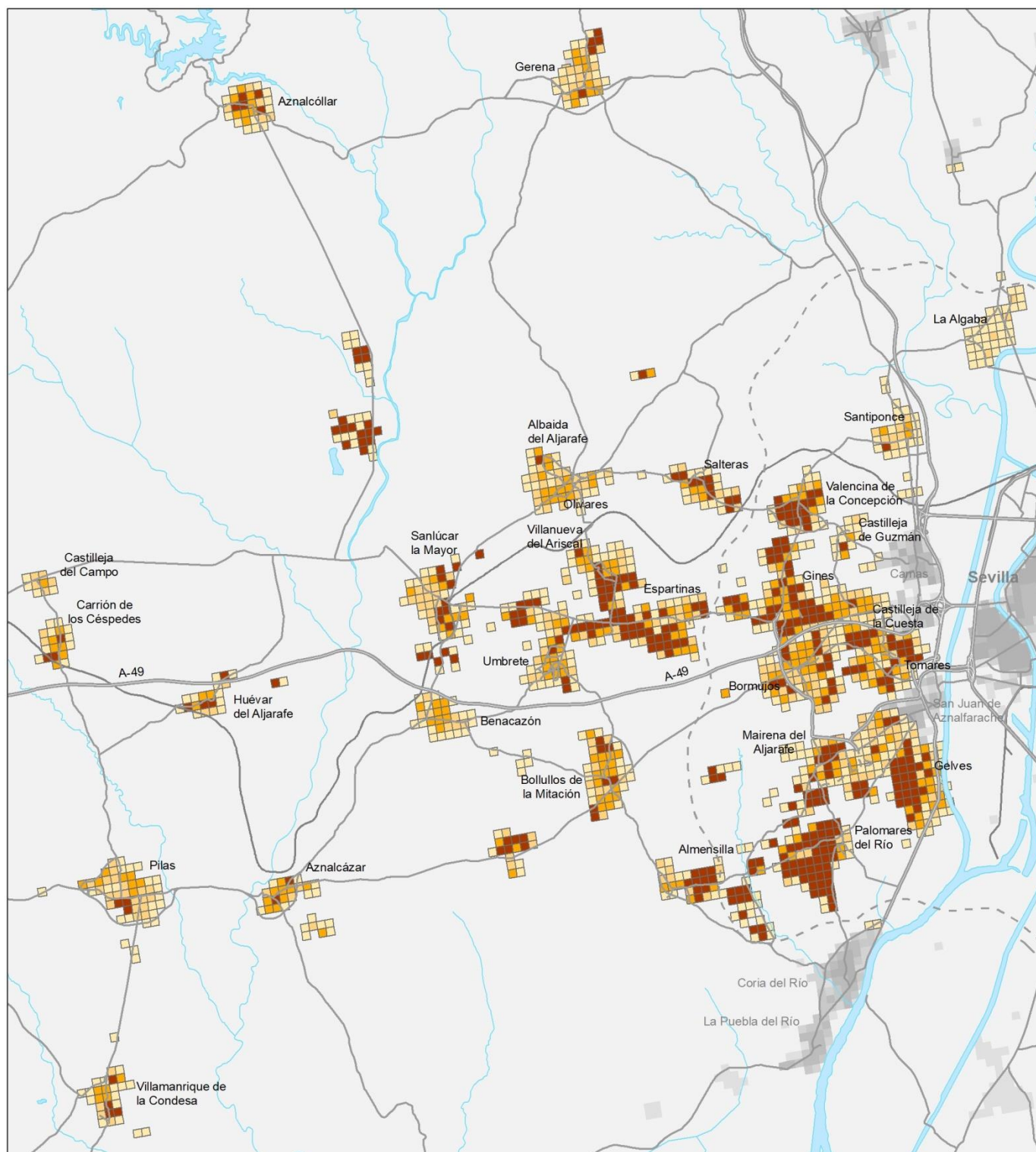
Elaboración propia

2.2.6. Análisis de la relación entre la presencia de patio/jardín y consumo de agua

En la capa de unidades constructivas de catastro [Constru.shp] aparecen 127.577 entidades identificadas con el código “P” de patio o con el de “JD” de jardín. Ya se ha comentado que hacen referencia a cualquier espacio construido, que no está cubierto. Muchos de estos, por la propia estructura constructiva, se corresponden con superficies ajardinadas, aunque aparezcan identificados con el código “P”. También se ha comentado anteriormente el tratamiento realizado con estas unidades constructivas en el análisis espacial. De todas estas unidades constructivas, 118.338 son patios o jardines asociados a parcelas catastrales con uso residencial. En algunos casos una sola de éstas puede tener más de un patio/jardín, aunque se trate de viviendas unifamiliares, por lo que no se puede entablar una relación directa entre patio y número de viviendas con patio. Las dimensiones de estos son muy variadas y van desde un número alto de unidades que no superan los 10 m² a otras que se acercan a los 1.000 m², o que bien los superan. En algunos casos de forma sobrada, ya que existe un número destacable de celdas que están por encima de la hectárea de patio o jardín. La media se sitúa en los 125 m².

Analizada esta variable por celdas, el 21% de éstas cuenta con superficie de patio jardín en un intervalo que va de los 5.000 a los 10.000 m², el 22% de 10.000 a 15.000, y otro 26% con una suma de superficie por encima de los 15.000 m². El 30% restante se corresponde con celdas con una superficie inferior a los 5.000 m².

En el análisis de la relación existente entre la presencia de patios y jardines y el consumo de agua, se aprecia una dependencia muy directa entre gran extensión, por encima de los 15.000 m² y un consumo también alto, por encima de los 160 l/hab/día, representando la mitad de las celdas que se encuentran dentro de este intervalo. La síntesis de la distribución de los patios y jardines según superficie se puede consultar en el mapa V-7.



Superficie (m2)



Presencia de patio/jardín
por celdas



Mapa V-7. Presencia de patio/jardín

Elaboración propia

2.3. Zonificación del territorio y perfiles de síntesis

El proceso de análisis realizado lleva a un conocimiento muy exhaustivo del territorio, donde la unidad de análisis ha permitido sintetizar de una forma muy clara toda la información que ha sido gestionada y analizada.

La celda de 250 m de lado, como entidad homogénea en cuanto a tamaño y forma, es una unidad que permite dividir el territorio e individualizarlo para conocer y sintetizar sus características territoriales y urbanas, y analizar las relaciones que existen entre estas y el consumo doméstico de agua que tiene lugar dentro de sus fronteras. Además, permite elaborar una cartografía temática de carácter estadístico muy ilustrativa de cada una de las variables que se han tratado, así como de los resultados finales. La propia homogeneidad de la celda como unidad de observación permite identificar de forma correcta dónde están localizados los diferentes acontecimientos que tienen lugar dentro del territorio.

Dentro del espacio de trabajo del Aljarafe se distinguen cinco tipos de celdas, que conforman las cinco zonas que se definen por sus características urbanas y territoriales y en relación con el consumo de agua, aunque no todas las celdas de un mismo tipo estén unidas de una forma contigua. Las cinco zonas son las siguientes:

- **Tipo A.** Celdas del casco urbano tradicional de poblamiento compacto, con uso preferentemente residencial, con viviendas unifamiliares entre medianeras. Cierta heterogeneidad en la antigüedad de los edificios y en las dimensiones de las viviendas, aunque con cierta tendencia a la presencia de viviendas medianas o grandes. Poca presencia de piscinas y presencia media-baja de patio/jardín. Consumo de agua medio-bajo y bajo.
- **Tipo B.** Celdas de zonas de expansión urbana, con poblamiento extensivo, uso predominantemente residencial, urbanizaciones de viviendas unifamiliares adosadas, con antigüedad que puede ir de mediados de los años 80 hasta la actualidad. Tamaño de viviendas pequeñas o medianas. Presencia baja de piscinas y presencia baja o media de patio/jardín. Consumo de agua bajo o medio.
- **Tipo C.** Celdas de zonas de expansión urbana, con poblamiento extensivo, uso predominantemente residencial, urbanizaciones de viviendas unifamiliares exentas, en parcelas extensas, con antigüedad que puede ir desde los años 70 hasta la actualidad. El tamaño de las viviendas puede ser mediano, pero

predominan las de grandes dimensiones. Presencia de piscinas alta o muy alta y presencia también alta de patio/jardín. Consumo de agua alto o muy alto.

- **Tipo D.** Celdas de zonas de expansión urbana, con poblamiento extensivo, uso predominantemente residencial de viviendas plurifamiliares, habitualmente en urbanizaciones de edificios exentos (en el Aljarafe existen muy pocos casos de manzanas compactas de edificios en altura). La antigüedad puede ir desde los años 70, en algunos casos, pero son más frecuentes a partir de 1990. El tamaño de las viviendas es predominantemente pequeño o mediano. Presencia de piscinas media o baja y presencia media de patio/jardín. Consumo de agua bajo.
- **Tipo E.** Celdas de zonas de expansión urbana, con poblamiento extensivo, uso predominantemente no residencial (deportivo, educativo, oficinas, comercial u ocio). La antigüedad puede ir desde finales de los 80 o principios de los 90 hasta la actualidad. Son escasas las celdas con estas características debido, entre otras cosas, a aspectos ya comentados en apartados anteriores. La presencia de piscinas y jardines es muy variada en función de las características propias de cada celda.

En la tabla V-7 se presenta una síntesis de los valores medios para cada una de las zonas establecidas. A grandes rasgos, los datos más significativos hacen referencia a una presencia alta de celdas del tipo A, de poblamiento tradicional y de celdas de tipo B y C con un poblamiento más disperso, así como una presencia significativamente menor de celdas del tipo D, de poblamiento organizado en edificios con viviendas plurifamiliares. Los datos de densidad de población muestran un poblamiento más concentrado en las zonas de tipo A y D y más disperso en la zona de tipo B y, fundamentalmente en las de tipo D. Asimismo, los datos más significativos y que resumen gran parte de los planteamientos llevados a cabo en la presente tesis, hace referencia al consumo doméstico de agua. Esta tabla es sintética y presenta datos medios, que no por ello dejan de ser muy significativos. En el apartado siguiente se presentan una serie de casos que ilustran detalles concretos de las celdas analizadas, pero en la tabla V-7 se pueden observar de una forma sintética las diferencias en el consumo que existen para cada una de las zonas definidas. Destaca, por un lado, cómo los poblamientos más concentrados, zona tipo A y fundamentalmente la de tipo D, cuentan con consumos de agua bajos, alrededor de los 100 litros por persona y día, 111 y 93 litros respectivamente, frente a los que tienen lugar en las zonas más dispersas, con 125 en la zona de tipo B, no muy alto, y de 156 litros en la zona de tipo C, bastante por encima de la media.

Tabla V-7. Zonificación según tipología urbana

Zonas	Número de celdas	Población total	Superficie total (km ²)	Densidad de población	Consumo total (m ³)	Consumo medio (l/hab/día)
Zona tipo A	325	115.602	20,31	5.691,2	4.697.386	111,33
Zona tipo B	249	63.893	15,56	4.105,6	2.915.841	125,03
Zona tipo C	356	57.974	22,25	2.605,6	3.297.821	155,85
Zona tipo D	103	54.501	6,44	8.466,2	1.856.965	93,35
Zona tipo E	83	6.763	5,19	1.303,7	446.438	180,85
Sin clasificar	24	728	1,50	485,3	33.848	127,38

Fuentes: Elaboración propia

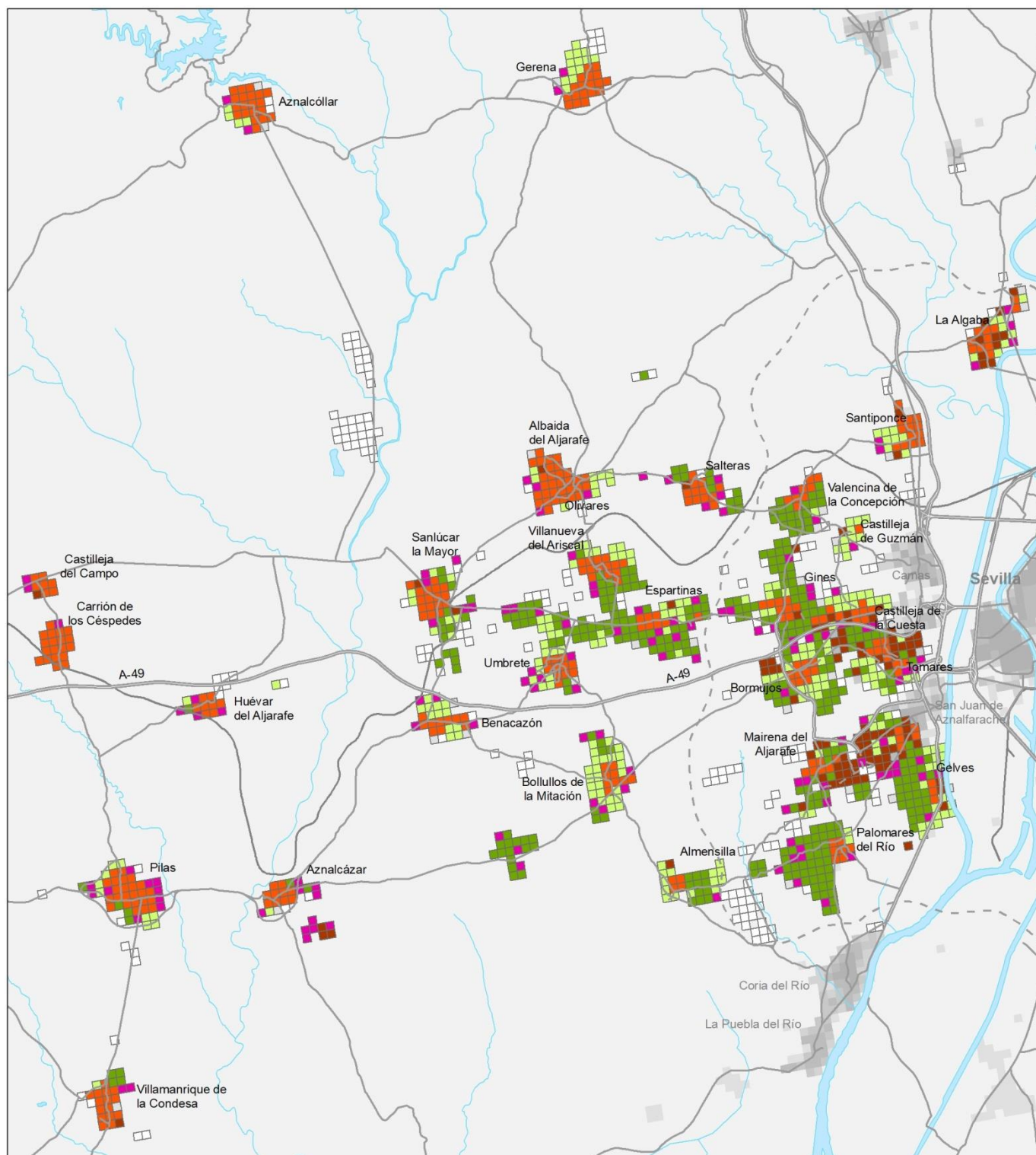
Por otro lado, en la zona de tipo E, con usos predominantemente no residenciales, el consumo por persona es muy alto, pero es necesario aclarar que se trata de celdas donde el consumo total puede ser elevado, fundamentalmente si el uso es de carácter deportivo o de ocio y hostelería. Pero el número de habitantes tiende a ser bajo, por el reducido uso residencial que existe en ellas. Esto, lógicamente, incide en la relación del consumo per cápita, con datos proporcionalmente muy altos.

Todo esto corrobora, en líneas generales, los planteamientos iniciales sobre las características territoriales que inciden en el mayor o menor consumo de agua y que han sido convenientemente contrastadas en la literatura científica. Desde el punto de vista temático, estos datos muestran zonas de menor consumo en las áreas residenciales de poblamiento compacto, frente a zonas con otros usos, o bien con un poblamiento más disperso, y con viviendas de superficie extensa. Existe asimismo un mayor consumo de agua en las zonas con fuerte presencia de piscinas y zonas ajardinadas.

Por otro lado, desde el punto de vista metodológico, se observa de una forma muy clara, cómo la utilización de entidades de dimensiones reducidas y homogéneas, en cuanto a forma y tamaño permite desarrollar tareas de análisis espacial y la generación de zonas homogéneas desde el punto de vista temático en espacios infra-urbanos.

De este modo, en el mapa V-8 se puede observar la distribución espacial de cada una de las zonas establecidas, predominando una mayor presencia del poblamiento disperso en casi toda la zona oriental, donde destacan, a su vez, los municipios de Valencina, Gines, Tomares, Bormujos, Mairena y Palomares, así como algunos municipios de la zona central, caso de Espartinas, Villanueva del Ariscal y Umbrete.

Predomina, por otro lado, el poblamiento más concentrado, fundamentalmente dentro de los núcleos urbanos tradicionales, con viviendas unifamiliares entre medianeras en los municipios de Olivares, Albaida del Aljarafe y Sanlúcar en la zona central, así como casi todos los que se encuentran en las zonas occidental y norte. Las zonas de poblamiento más concentrado en edificios plurifamiliares son menos extensas dentro del territorio y se encuentran, por un lado, en algunas urbanizaciones de la zona oriental, en los municipios de Castilleja de la Cuesta, Tomares y Mairena, así como otras zonas intercaladas en muchos de los núcleos urbanos tradicionales, bien en la parte más antigua de estos o bien en las zonas de expansión de estos municipios en zonas contiguas al núcleo urbano principal.



Zonificación

■	Zona tipo A	■	Zona tipo C	■	Zona tipo E
■	Zona tipo B	■	Zona tipo D	■	Zona sin clasificar

Zonificación según tipología urbana

0 1 2 4 6 8 10 km

Mapa V-8. Zonificación según tipología urbana

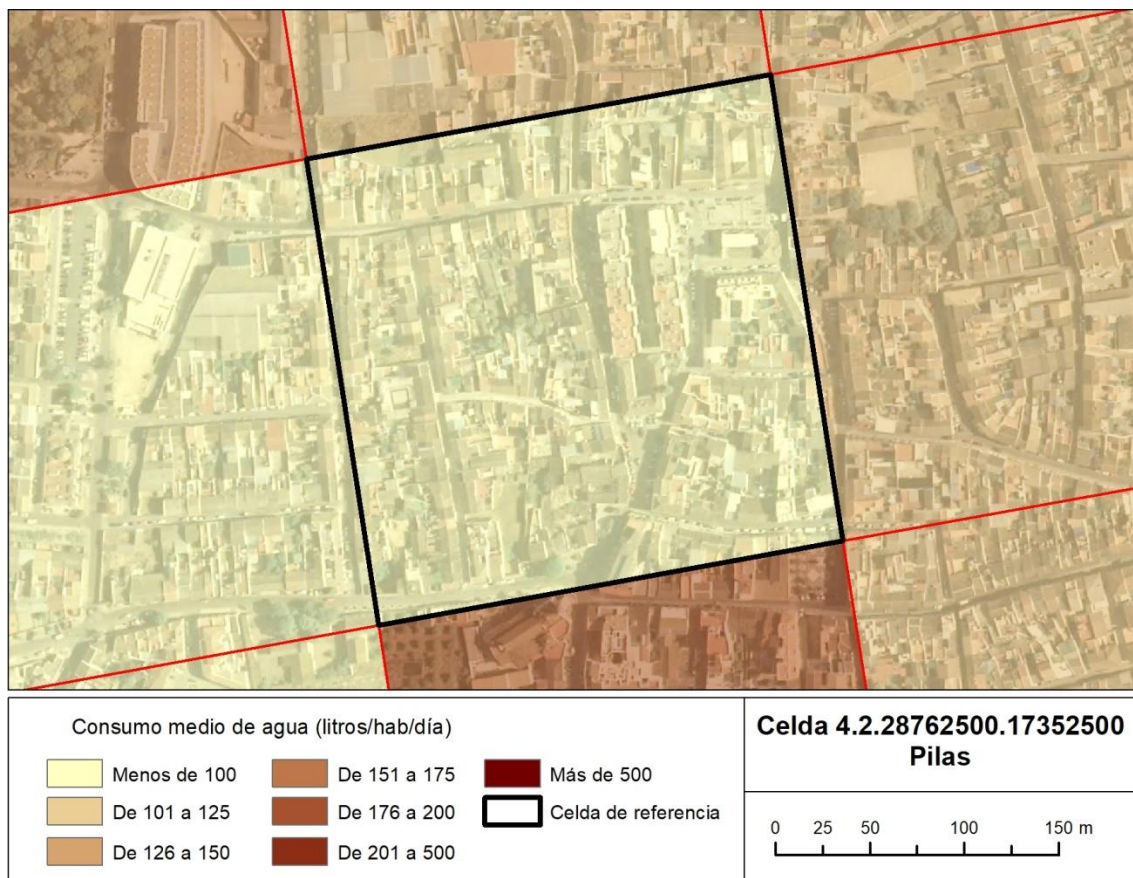
Elaboración propia

A continuación, tras analizar el mapa de la zonificación según tipología urbana, y vistas las cuestiones generales para cada una de las variable analizadas por separado y sintetizadas en el proceso final del análisis, se presenta una serie de celdas como perfil ilustrativo de los casos que se pueden extraer utilizando la celda de 250 m de lado como unidad de análisis territorial. Son 16 casos que muestran de una forma muy ilustrativa las características del territorio. Han sido agrupados según la zona a la que pertenece cada una de las celdas. Con estos perfiles de celda representativas se desarrolla con más detenimiento los resultados globales presentados en el apartado anterior. Se consigue con este tratamiento de la información final mostrar, entre otras cuestiones, la capacidad de síntesis de la celda como unidad de análisis y las posibilidades de comparabilidad que se presentan entre todas ellas.

El esquema de los perfiles es el mismo para todos ellos y se divide en cuatro apartados. El primero presenta una tabla síntesis de los datos de la celda, con los correspondientes a la población y al consumo de agua, por un lado, y los que definen las características urbanas de la celda, por otro. En el segundo apartado se presenta un mapa de la celda con el intervalo de consumo que se ha registrado dentro de esta, y una ortofotografía que permite identificar la estructura urbana del territorio. El tercer apartado contiene una descripción sintética de las características de la celda en cuanto a consumo y estructura territorial. Y en el último apartado se presenta una fotografía de una parte del territorio de la celda, que permite reconocer e identificar también sus características urbanas en una perspectiva diferente a la mostrada en la ortofotografía.

Perfil 1. Celda 4.2.28762500.17352500 (Pilas)

Celda	4.2.28762500.17352500		
Municipio	Pilas		
Población y consumo de agua			
Población	773	hab	
Consumo de agua (anual)	21.276	m ³	
Consumo por persona y día	75,4	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	83,88	%
Tipología	Unifamiliar	61,56	%
Superficie construida	Mixto	---	
Antigüedad	Antes de 1970	52,61	%
Piscina		65	m ²
Patio/jardín	Tipo I	8.760	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo A

Casco antiguo del núcleo urbano principal del municipio. Urbanización compacta con edificios entre medianeras. Poblamiento tradicional andaluz con concentración en núcleos de tamaño medio con predominio de uso residencial en viviendas unifamiliares, gran parte de ellas anteriores a 1970. Presencia también de viviendas plurifamiliares en edificios de poca altura, dos o tres plantas. Las dimensiones de las viviendas son de carácter heterogéneo, sin destacar ninguna de ellas. La densidad de población es alta, por encima de los 12.000 hab/km². Práctica ausencia de piscinas y presencia baja de patios y jardines.

Consumo de agua muy bajo.

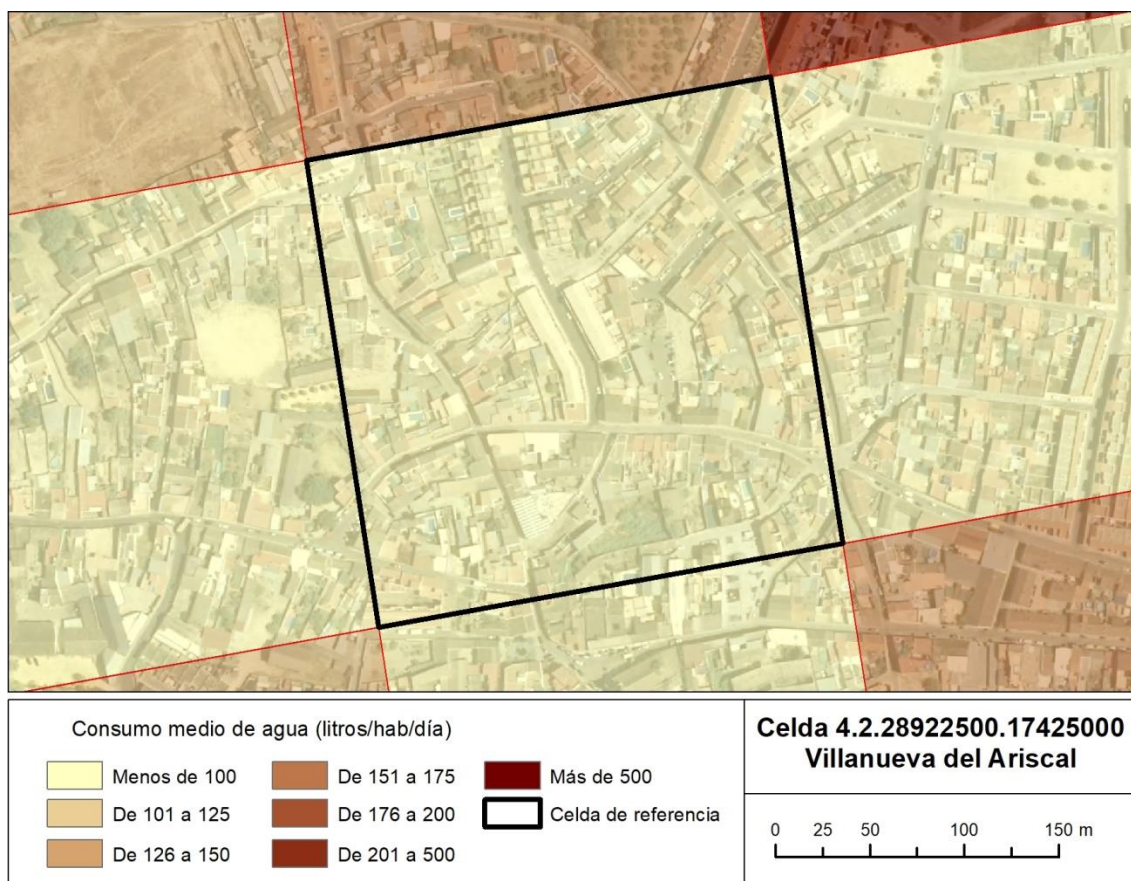


Casco antiguo de Pilas. Calle Antonio Becerril y plaza de Belén.

Fuente: Street View, Google

Perfil 2. 4.2.28922500.17425000 (Villanueva del Ariscal)

Celda	4.2.28922500.17425000		
Municipio	Villanueva del Ariscal		
Población y consumo de agua			
Población	544	hab	
Consumo de agua (anual)	19.643	m ³	
Consumo por persona y día	98,9	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	84,23	%
Tipología	Unifamiliar	95,92	%
Superficie construida	Mixto	---	
Antigüedad	Mixto	---	
Piscina	Tipo II	513	m ²
Patio/jardín	Tipo II	14.086	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo A

Casco antiguo del núcleo urbano principal. Urbanización compacta con edificios entre medianeras. Poblamiento tradicional con predominio de uso residencial en viviendas unifamiliares de antigüedad mixta, aunque con una presencia significativa de viviendas anteriores a 1970. Las dimensiones de las viviendas son de carácter heterogéneo. La densidad de población es media-alta, con 8.700 hab/km². Presencia media de piscinas y de patios y jardines.

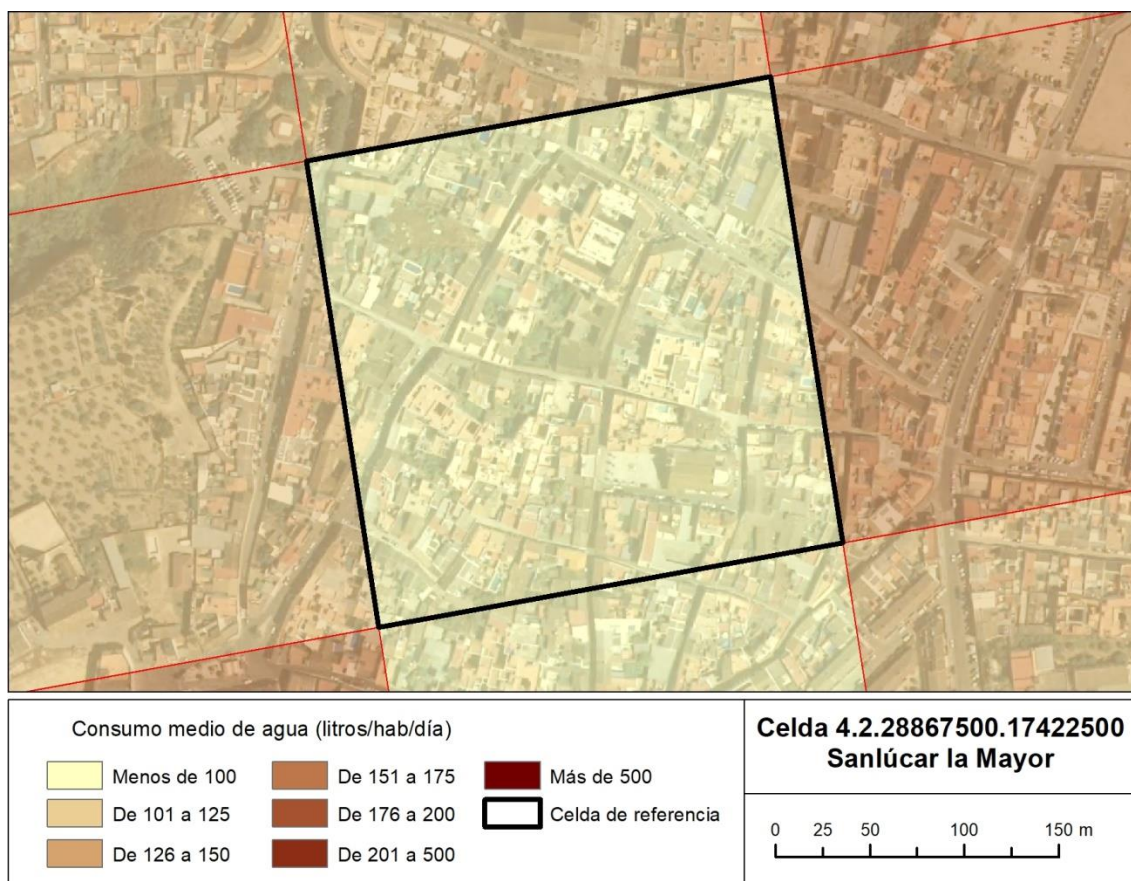
Consumo de agua bajo.



Casco antiguo de Villanueva del Ariscal. Confluencia de las calles Santiago y 11 de Marzo.
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 3. 4.2.28867500.17422500 (Sanlúcar la Mayor)

Celda	4.2.28867500.17422500		
Municipio	Sanlúcar la Mayor		
Población y consumo de agua			
Población	660	hab	
Consumo de agua (anual)	22.687	m ³	
Consumo por persona y día	94,2	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	81,19	%
Tipología	Plurifamiliar I	60,95	%
Superficie construida	< 120 m ²	54,36	%
Antigüedad	Mixto	---	
Piscina	Tipo I	262	m ²
Patio/jardín	Tipo II	9.767	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo A

Casco antiguo del núcleo urbano principal del municipio. Urbanización compacta con edificios entre medianeras. Poblamiento tradicional con predominio de uso residencial en viviendas plurifamiliares de planta baja más una, que respetan las alturas del caserío tradicional. Presencia destacada de inmuebles anteriores a 1970, así como una fuerte presencia de edificios reformados en fechas recientes. Las dimensiones de las viviendas son mayoritariamente reducidas, con superficies inferiores a los 120 m². La densidad de población es alta, por encima de los 10.000 hab/km². La presencia de piscinas es baja y existe una presencia media de patios y jardines.

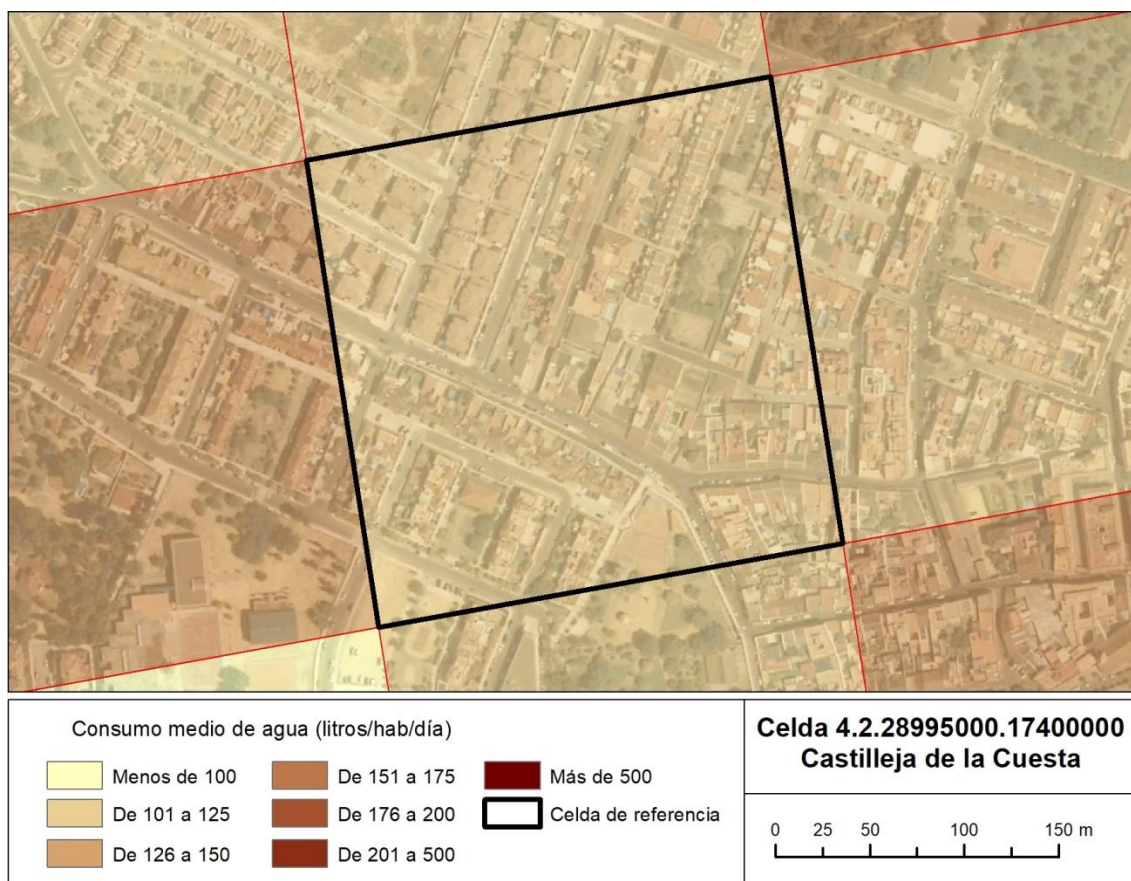
Consumo de agua bajo.



Casco antiguo de Sanlúcar la Mayor. Calle Concejal Jiménez Becerril.
Fuente: Street View, Google

Perfil 4. 4.2.28995000.17400000 (Castilleja de la Cuesta)

Celda	4.2.28995000.17400000		
Municipio	Castilleja de la Cuesta		
Población y consumo de agua			
Población	579	hab	
Consumo de agua (anual)	24.056	m ³	
Consumo por persona y día	113,8	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	93,88	%
Tipología	Unifamiliar	95,96	%
Superficie construida	120 - 180 m ²	57,55	%
Antigüedad	Mixto	---	
Piscina	Tipo I	237	m ²
Patio/jardín	Tipo III	16.457	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo B

Se trata de un espacio de transición entre el casco antiguo del núcleo urbano principal de Castilleja de la Cuesta, de urbanización compacta con viviendas entre medianeras y urbanizaciones con edificios recientes de viviendas unifamiliares adosadas. El poblamiento es predominantemente de uso residencial en viviendas unifamiliares. La antigüedad de las viviendas es mixta con predominio de edificios posteriores a 1970. Las viviendas son fundamentalmente de extensión media y la densidad de población es media-alta. La presencia de piscinas es baja, mientras que la de patios y jardines es alta.

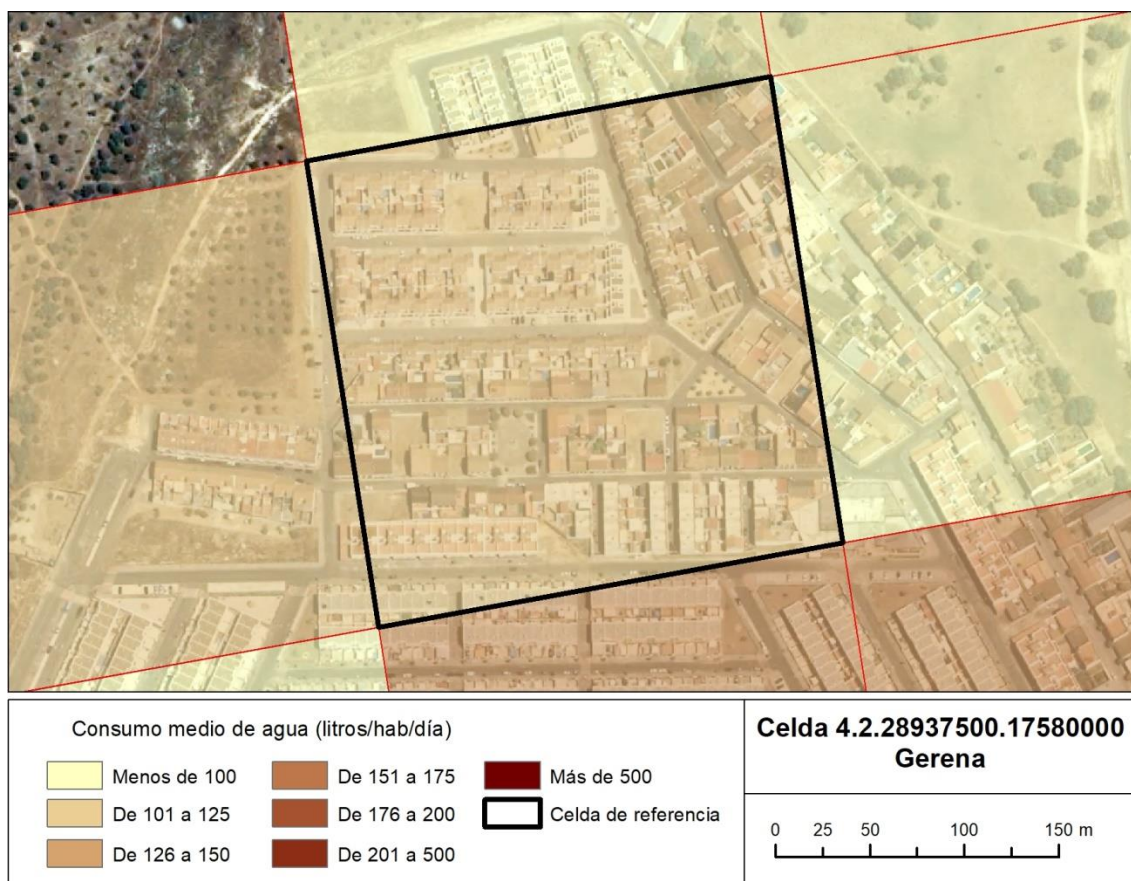
Consumo de agua medio-bajo.



Espacio de transición entre el casco antiguo de Castilleja de la Cuesta y urbanizaciones de viviendas unifamiliares adosadas. Cruce de las calles 28 de Febrero y Juan Ignacio Tovar
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 5. 4.2.28937500.17580000 (Gerena)

Celda	4.2.28937500.17580000		
Municipio	Gerena		
Población y consumo de agua			
Población	665	hab	
Consumo de agua (anual)	26.322	m ³	
Consumo por persona y día	108,4	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	92,54	%
Tipología	Unifamiliar	89,22	%
Superficie construida	120 – 180 m ²	56,20	%
Antigüedad	Posterior a 2000	50,18	%
Piscina	Tipo I	250	m ²
Patio/jardín	Tipo II	10.914	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo B

Zona de expansión reciente hacia el piedemonte de Sierra Morena, en el municipio de Gerena. Urbanización extensiva con uso predominantemente residencial con viviendas unifamiliares adosadas. Se trata de una zona de expansión del núcleo urbano principal hacia el norte y contiguo a éste. La uniformidad de las viviendas indica la intervención de una promoción inmobiliaria, aunque en ciertos aspectos se trata de un poblamiento compacto similar al tradicional en el casco antiguo. En cuanto a la antigüedad, dentro de la celda predominan los edificios construidos después del año 2000. Las viviendas son predominantemente de extensión media. La densidad de población es alta, por encima de los 10.000 hab/km². Hay una escasa presencia de piscinas y una presencia media de patios y jardines.

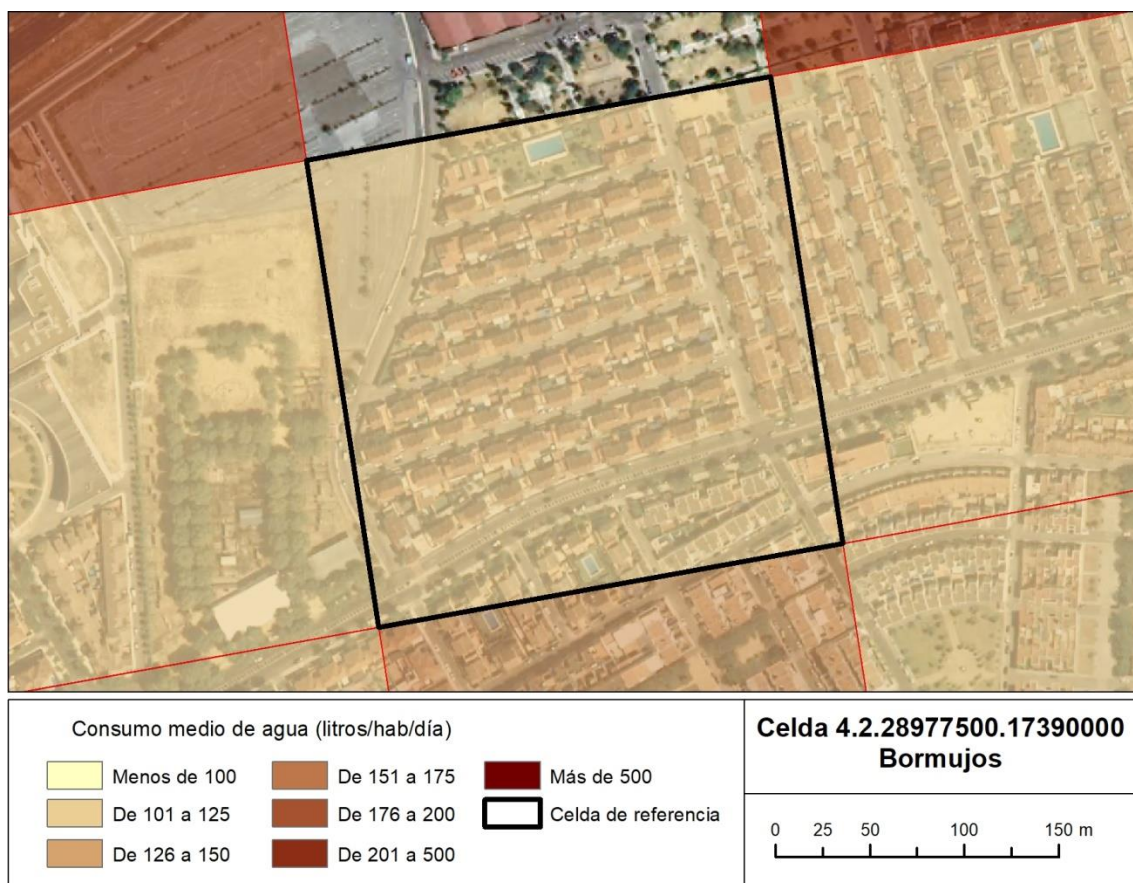
Consumo de agua bajo.



Expansión reciente del núcleo urbano de Gerena. Calle de la Paz.
Fuente: Street View, Google

Perfil 6. 4.2.28977500.17390000 (Bormujos)

Celda	4.2.28977500.17390000		
Municipio	Bormujos		
Población y consumo de agua			
Población	772	hab	
Consumo de agua (anual)	28.712	m ³	
Consumo por persona y día	101,9	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	95,95	%
Tipología	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida	120 – 180 m ²	64,31	%
Antigüedad	1991 - 2000	99,17	%
Piscina	Tipo I	374	m ²
Patio/jardín	Tipo II	14.950	m ²

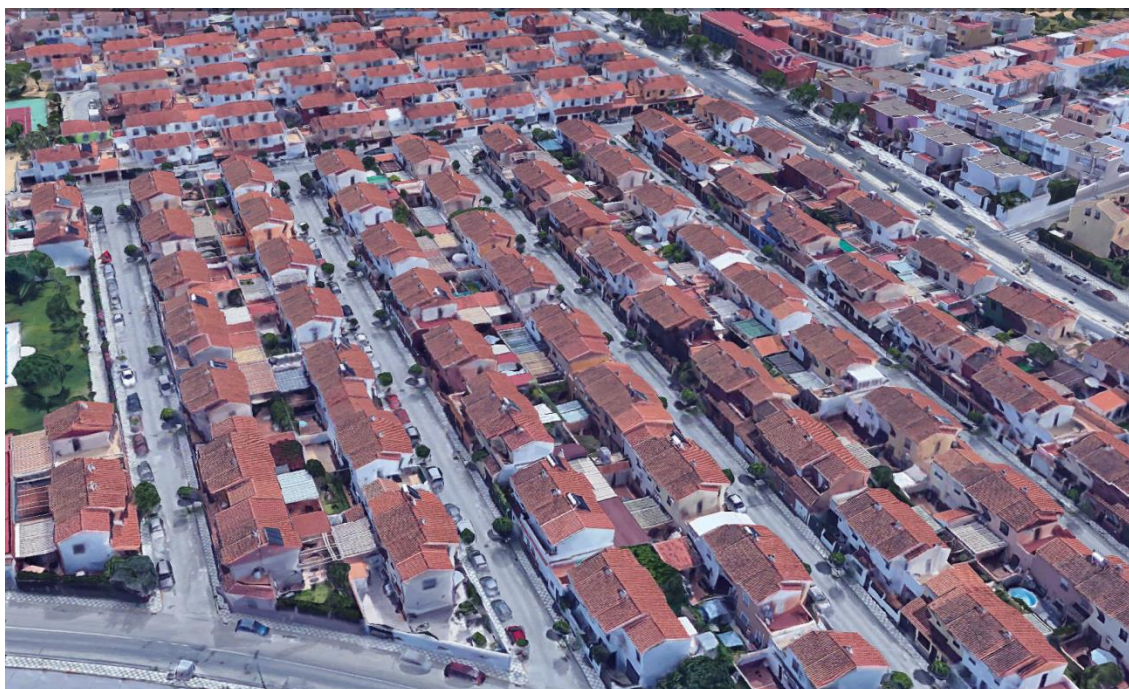


Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo B

Zona de expansión reciente en la zona oriental, dentro de la primera corona metropolitana, en el municipio de Bormujos. Urbanización extensiva con uso casi exclusivamente residencial con viviendas unifamiliares adosadas. La uniformidad de las viviendas indica su origen en una promoción inmobiliaria, en este caso fechada en los años 90, ya que la antigüedad de las viviendas cuenta con un predominio de edificios construidos en la última década del siglo XX. Las viviendas son predominantemente de extensión media, entre 120 y 180 m² y la densidad de población, tratándose de viviendas unifamiliares, es muy alta, ya que está por encima de los 12.000 hab/km². La presencia de piscinas es baja y la de patios y jardines es media.

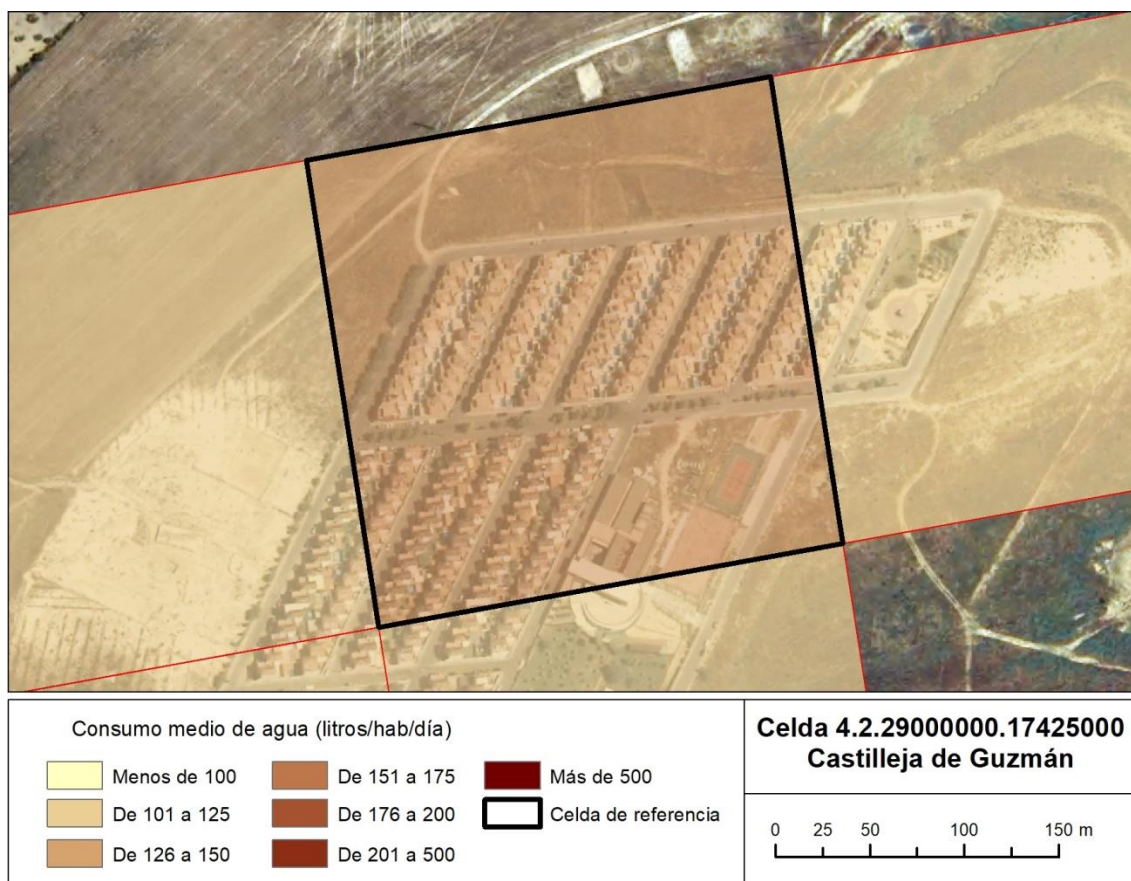
Consumo de agua bajo.



Bormujos. Urbanización Taudalquivir
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 7. 4.2.29000000.17425000 (Castilleja de Guzmán)

Celda	4.2.29000000.17425000		
Municipio	Castilleja de Guzmán		
Población y consumo de agua			
Población	491	hab	
Consumo de agua (anual)	26.035	m³	
Consumo por persona y día	145,3	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	93,25	%
Tipología	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida	> 180 m²	64,63	%
Antigüedad	Posterior a 2000	60,30	%
Piscina	Tipo III	1.482	m²
Patio/jardín	Tipo I	8.341	m²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo B

Zona de expansión reciente en la primera corona metropolitana, en el municipio de Castilleja de Guzmán. Urbanización extensiva con uso predominantemente residencial con viviendas unifamiliares adosadas. La antigüedad es de edificios construidos predominantemente después del año 2000. Las viviendas son principalmente de gran extensión, por encima de los 180 m². La densidad de población no es muy alta, 7.800 hab/km², ya que parte de la celda ocupa espacio no construido. Existe una fuerte presencia de piscinas, tanto en el número como en la superficie de las láminas de agua. La presencia de patios y jardines es numerosa, pero baja en cuanto a su superficie.

El consumo de agua es medio.

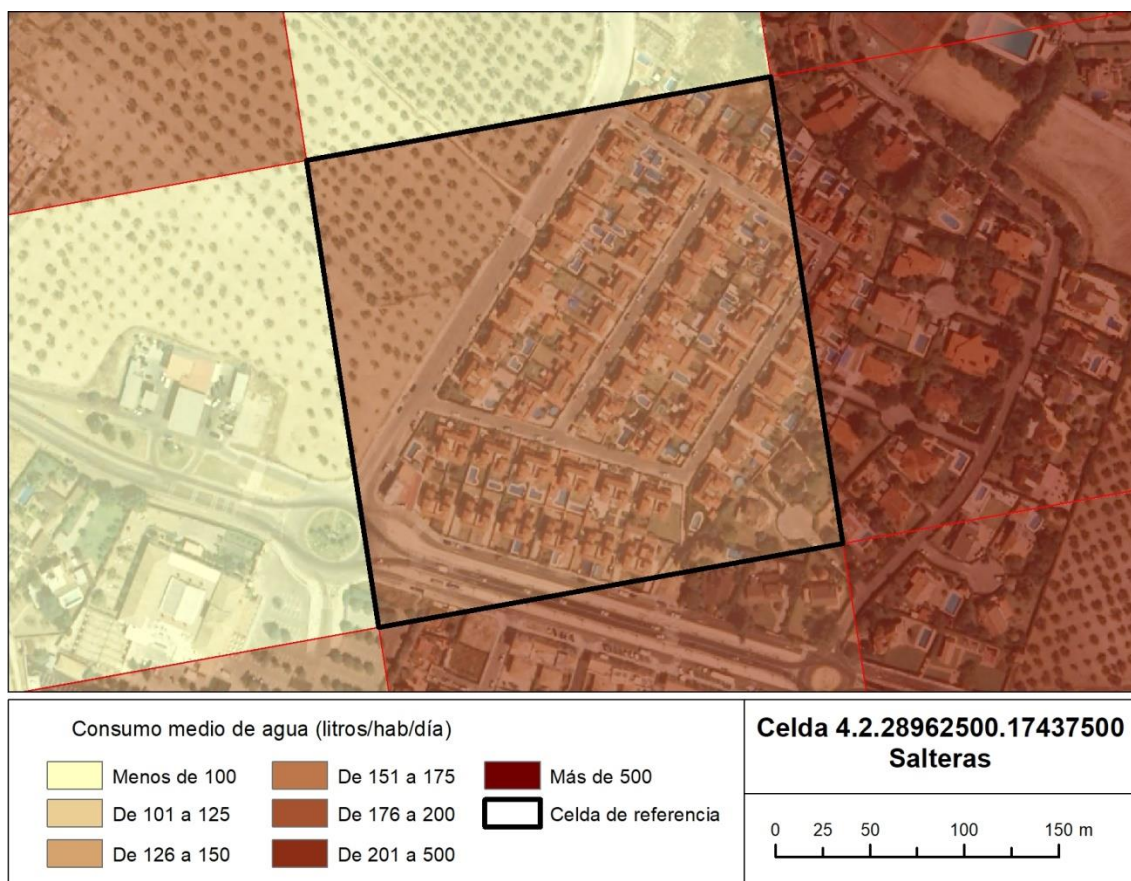


Urbanización de viviendas unifamiliares adosadas. Calles Camilo José Cela y Hermanos Machado, Castilleja de Guzmán.

Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 8. 4.2.28962500.17437500 (Salteras)

Celda	4.2.28962500.17437500		
Municipio	Salteras		
Población y consumo de agua			
Población	283	hab	
Consumo de agua (anual)	17.809	m ³	
Consumo por persona y día	172,4	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	97,49	%
Tipología	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida	Mixto	---	
Antigüedad	Posterior a 2000	96,65	%
Piscina	Tipo III	1.725	m ²
Patio/jardín	Tipo III	23.930	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo C

Es una zona de expansión reciente en la segunda corona metropolitana, en el municipio de Salteras. Urbanización separada del núcleo urbano principal, pero muy cercano a éste, por lo que se puede hablar de ampliación del núcleo. Es una urbanización extensiva con uso predominantemente residencial con viviendas unifamiliares pareadas y viviendas unifamiliares exentas. En cuanto a la antigüedad existe un predominio casi total de edificios construidos después del año 2000. Las viviendas son predominantemente de extensión media y alta, por encima de los 120 m² o de los 180 m². La densidad de población es media-baja, 4.500 hab/km². Fuerte presencia de piscinas y de patios y jardines.

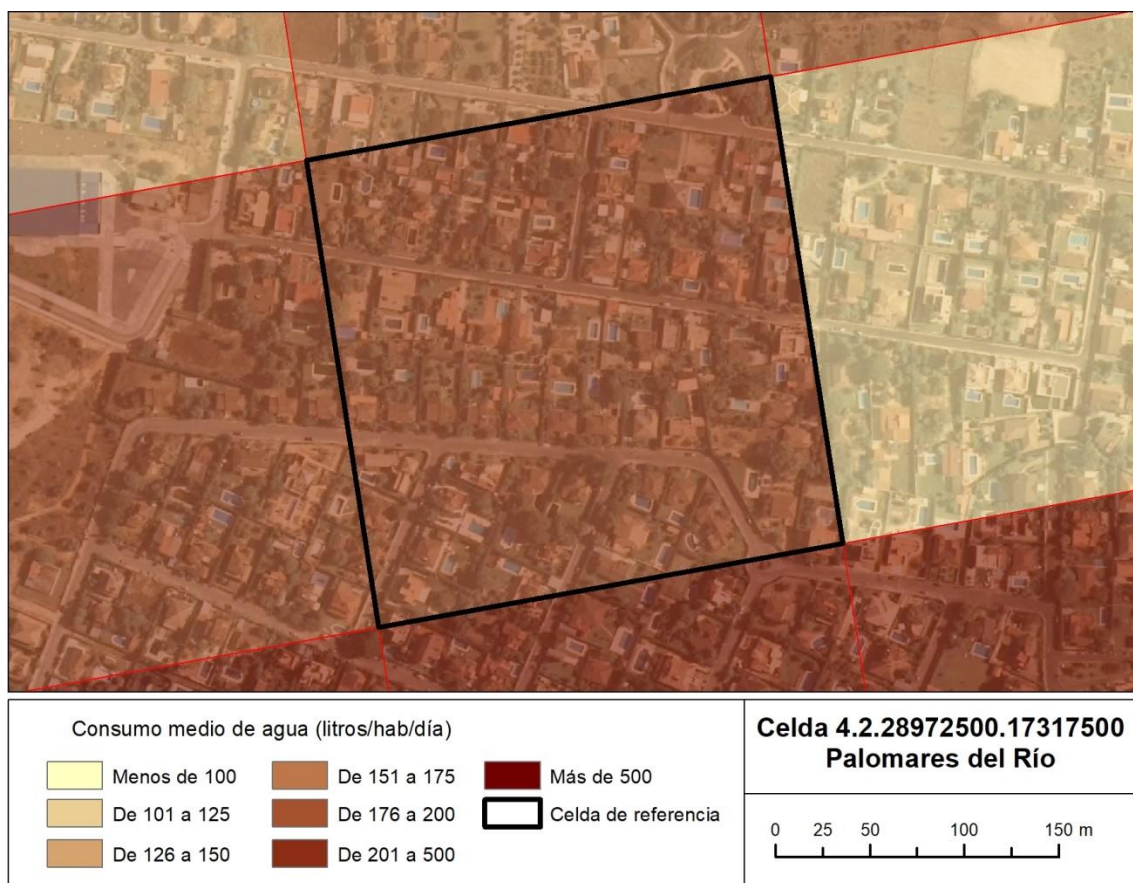
Consumo de agua alto.



Urbanización Fuemablanca, Salteras.
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 9. 4.2.28972500.17317500 (Palomares del Río)

Celda	4.2.28972500.17317500		
Municipio	Palomares del Río		
Población y consumo de agua			
Población	105	hab	
Consumo de agua (anual)	7.439	m ³	
Consumo por persona y día	194,1	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	95,31	%
Tipología	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida	> 180 m ²	61,63	%
Antigüedad	1971 - 1990	55,70	%
Piscina	Tipo III	1.783	m ²
Patio/jardín	Tipo III	41.222	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo C

Zona de expansión reciente en la primera corona metropolitana, en el municipio de Palomares del Río. Urbanización extensiva con uso predominantemente residencial con viviendas unifamiliares exentas. Antigüedad con predominio de edificios construidos entre 1971 y 1990. Las viviendas son predominantemente de gran extensión, por encima de los 180 m². La densidad de población es baja, 1.700 hab/km², ya que parte de estas viviendas son segundas residencias. Existe una presencia muy alta, tanto de piscinas como de patios y jardines. Es importante destacar que la superficie de jardín supera los 41.000 m², lo que supone un 66% sobre el total de la superficie de la celda.

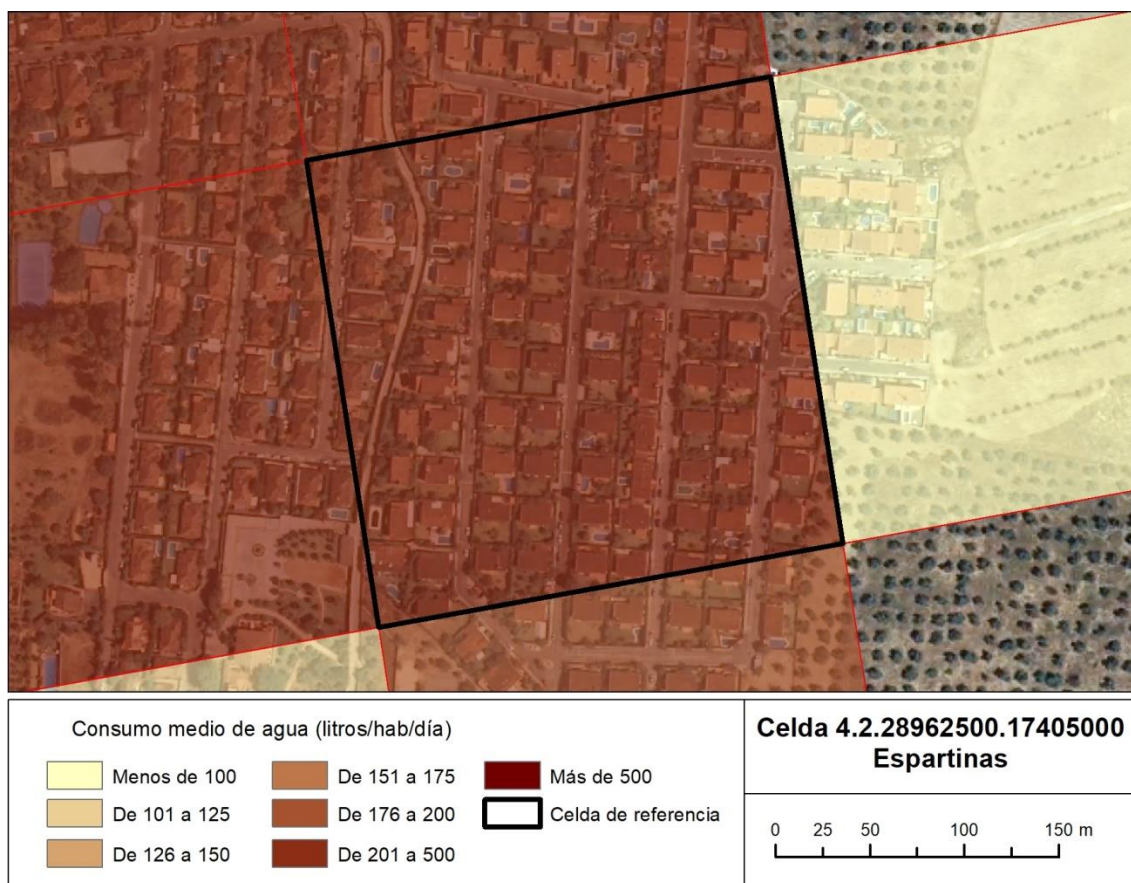
El consumo de agua es alto.



Urbanizaciones La Estrella y La Laguna, Palomares del Río.
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 10. 4.2.28962500.17405000 (Espartinas)

Celda	4.2.28962500.17405000		
Municipio	Espartinas		
Población y consumo de agua			
Población	283	hab	
Consumo de agua (anual)	27.056	m ³	
Consumo por persona y día	261,9	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	89,14	%
Tipología	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida	> 180 m ²	85,61	%
Antigüedad	1991 - 2000	66,45	%
Piscina	Tipo III	1.177	m ²
Patio/jardín	Tipo III	25.149	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo C

Zona de expansión reciente en la zona central, dentro de la segunda corona metropolitana. Urbanización extensiva separada del núcleo urbano principal de Espartinas, entre este y el de Gines. Uso predominantemente residencial, con viviendas unifamiliares exentas. Antigüedad con edificios construidos predominantemente durante la última década del siglo XX. La uniformidad en la edificación indica la construcción a través de una promoción inmobiliaria. Las viviendas son predominantemente de gran extensión. La densidad de población es media, 4.500 hab/km². Combina vivienda principal con segunda residencia. Existe una presencia alta de piscinas y de patio y jardín.

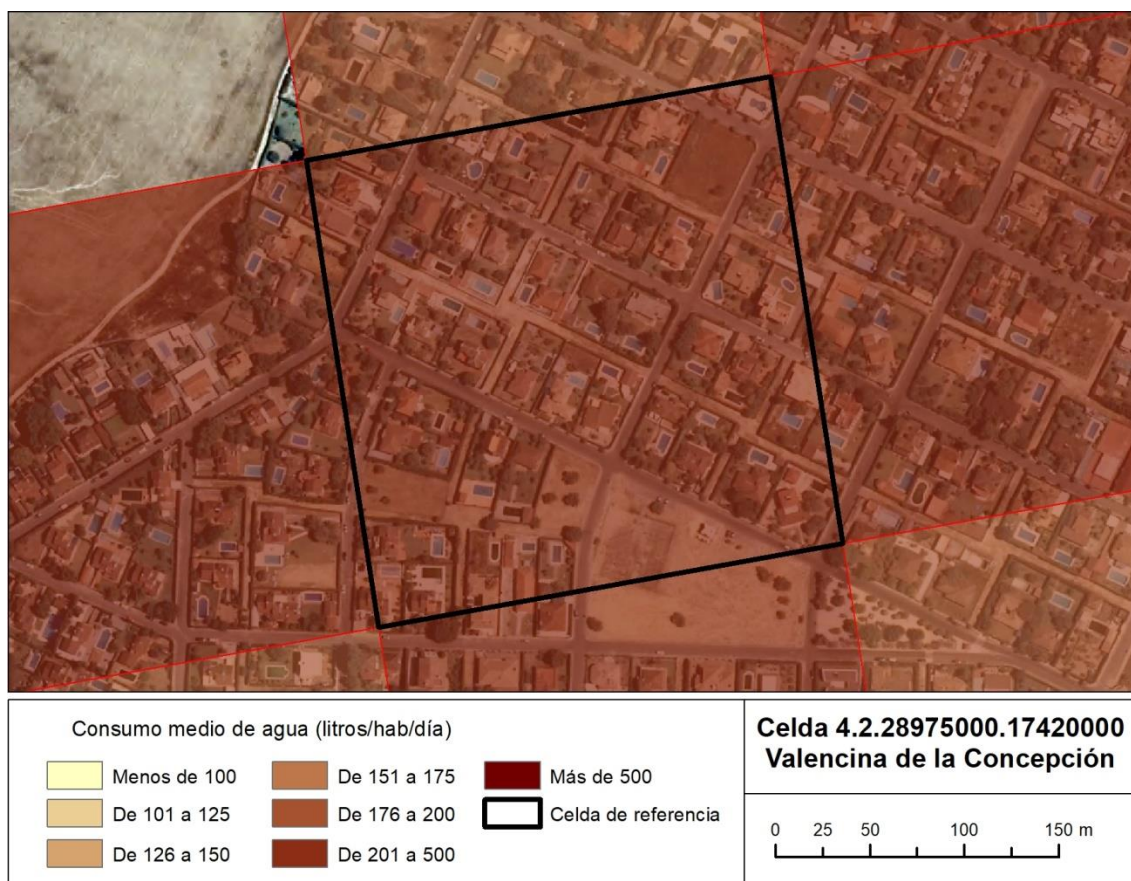
El consumo de agua es muy alto.



Urbanización Alquería de Almanzor, Espartinas
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 11. 4.2.28975000.17420000 (Valencina de la Concepción)

Celda	4.2.28975000.17420000		
Municipio	Valencina de la Concepción		
Población y consumo de agua			
Población	97	hab	
Consumo de agua (anual)	7.868	m ³	
Consumo por persona y día	222,2	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	99,45	%
Tipología	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida	> 180 m ²	84,70	%
Antigüedad	1971 - 1990	75,58	%
Piscina	Tipo III	1.747	m ²
Patio/jardín	Tipo III	30.401	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo C

Zona de expansión de los años 70 y 80 del siglo XX en la primera corona metropolitana. Zona separada del núcleo urbano principal de Valencina de la Concepción, entre este y el de Gines. Urbanización extensiva con uso predominantemente residencial con viviendas unifamiliares exentas. Antigüedad con predominio de edificios construidos entre 1971 y 1990. Es uno de los primeros espacios que se urbanizan para acoger viviendas de segunda residencia. Las viviendas son predominantemente de gran extensión, casi todas ellas por encima de los 180 m². La densidad de población es muy baja, pues no se llega a los 100 habitantes en total, debido a que sigue habiendo muchas viviendas secundarias. Existe una presencia muy alta de piscinas y de patio/jardín.

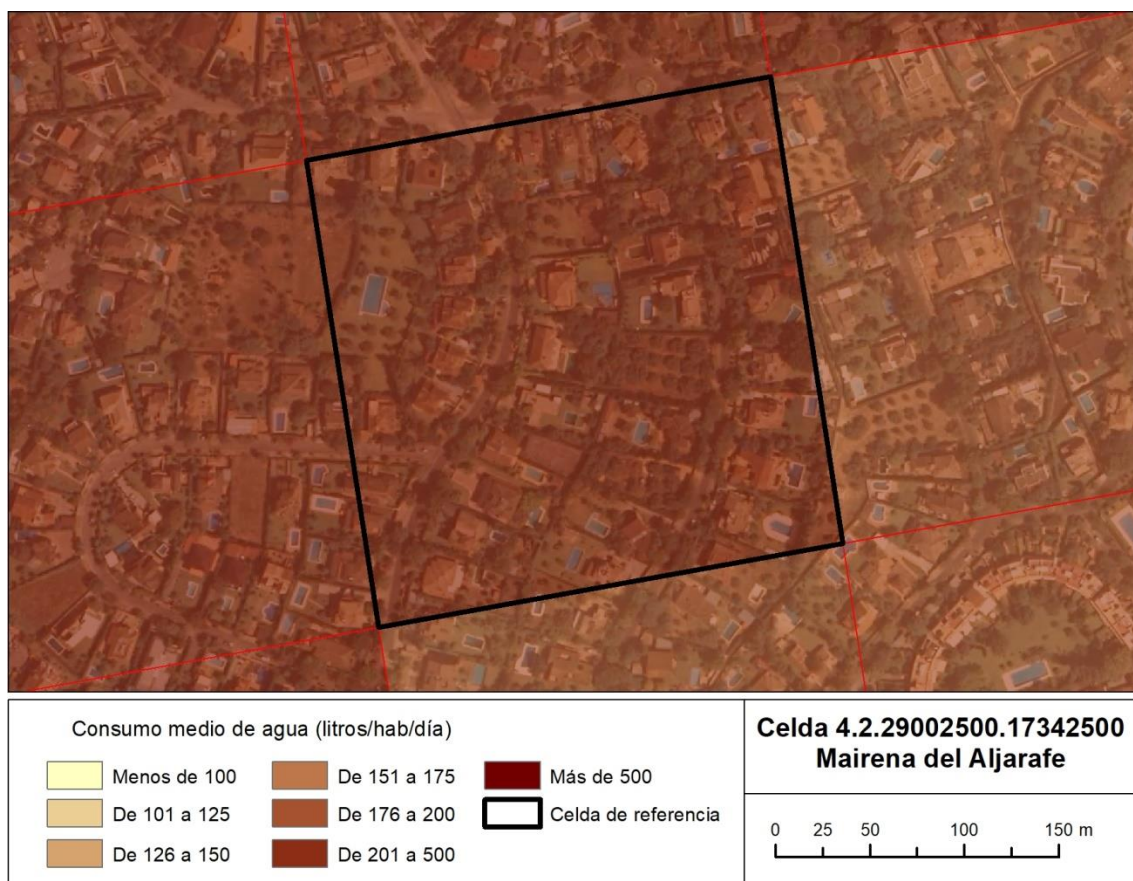
El consumo de agua es alto.



Urbanización Las Pilas, Valencina de la Concepción
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 12. 4.2.29002500.17342500 (Mairena del Aljarafe)

Celda	4.2.29002500.17342500		
Municipio	Mairena del Aljarafe		
Población y consumo de agua			
Población	121	hab	
Consumo de agua (anual)	11.628	m ³	
Consumo por persona y día	263,3	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	98,30	%
Tipología	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida	> 180 m ²	97,14	%
Antigüedad	1971 - 1990	72,81	%
Piscina	Tipo III	1.464	m ²
Patio/jardín	Tipo III	34.828	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo C

Zona de expansión de los años 70 y 80 del siglo XX en la primera corona metropolitana. Zona entre los municipios de Mairena del Aljarafe y Gelves, separada de ambos núcleos principales, aunque se ha terminado incorporando al espacio urbanizado de los dos municipios, dentro del proceso de crecimiento urbano de los últimos 25 - 30 años, formando parte de la conurbación urbana del espacio central de la zona oriental. Urbanización extensiva con uso predominantemente residencial con viviendas unifamiliares exentas. Antigüedad con predominio de edificios construidos entre 1971 y 1990. Las viviendas son casi en su totalidad de gran extensión, por encima de los 180 m². La densidad de población es muy baja, no llegando a los 2.000 hab/km². Existe una presencia alta de piscinas y una presencia muy alta de patio y jardín.

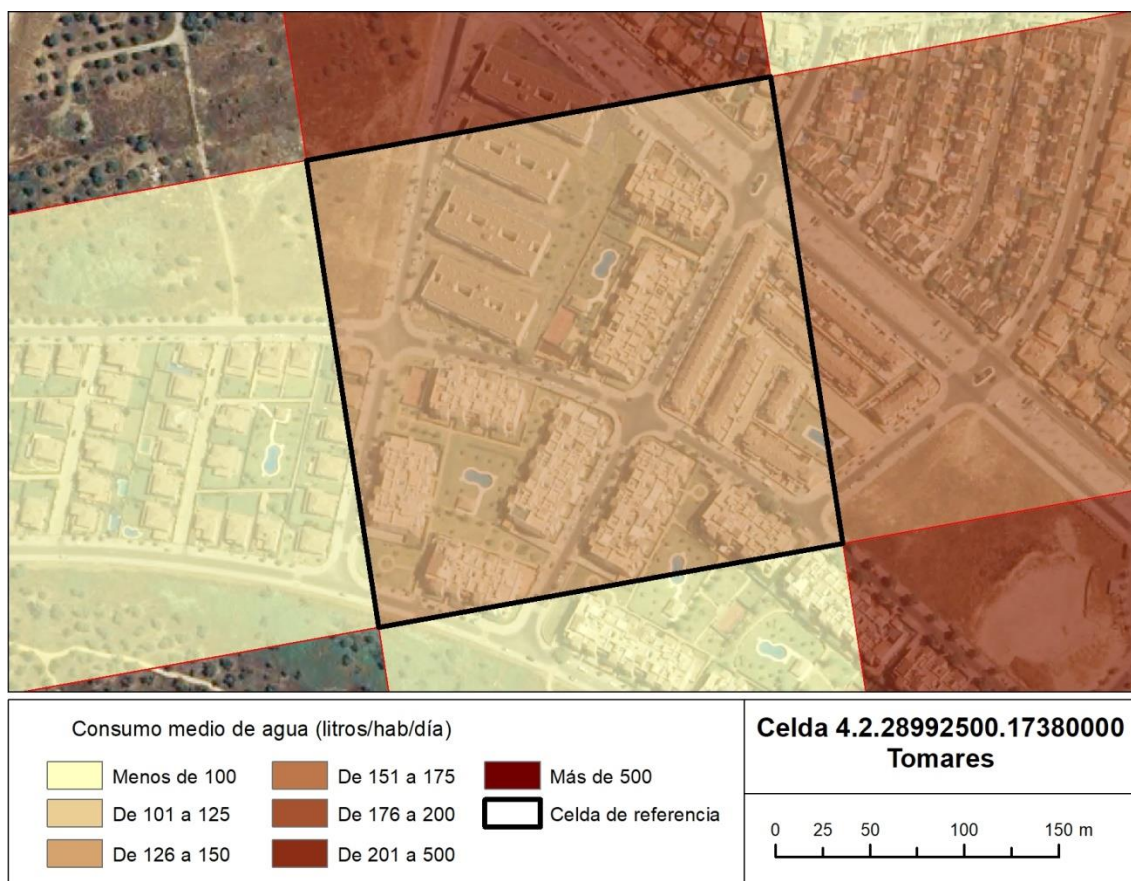
El consumo de agua es muy alto.



Urbanización Simón Verde, Mairena del Aljarafe
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 13. 4.2.28992500.17380000 (Tomares)

Celda	4.2.28992500.17380000		
Municipio	Tomares		
Población y consumo de agua			
Población	1.132	hab	
Consumo de agua (anual)	52.920	m³	
Consumo por persona y día	128,1	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	83,42	%
Tipología	Plurifamiliar I	88,30	%
Superficie construida	120 - 180 m²	90,33	%
Antigüedad	Posterior a 2000	99,31	%
Piscina	Tipo I	333	m²
Patio/jardín	Tipo III	25.119	m²

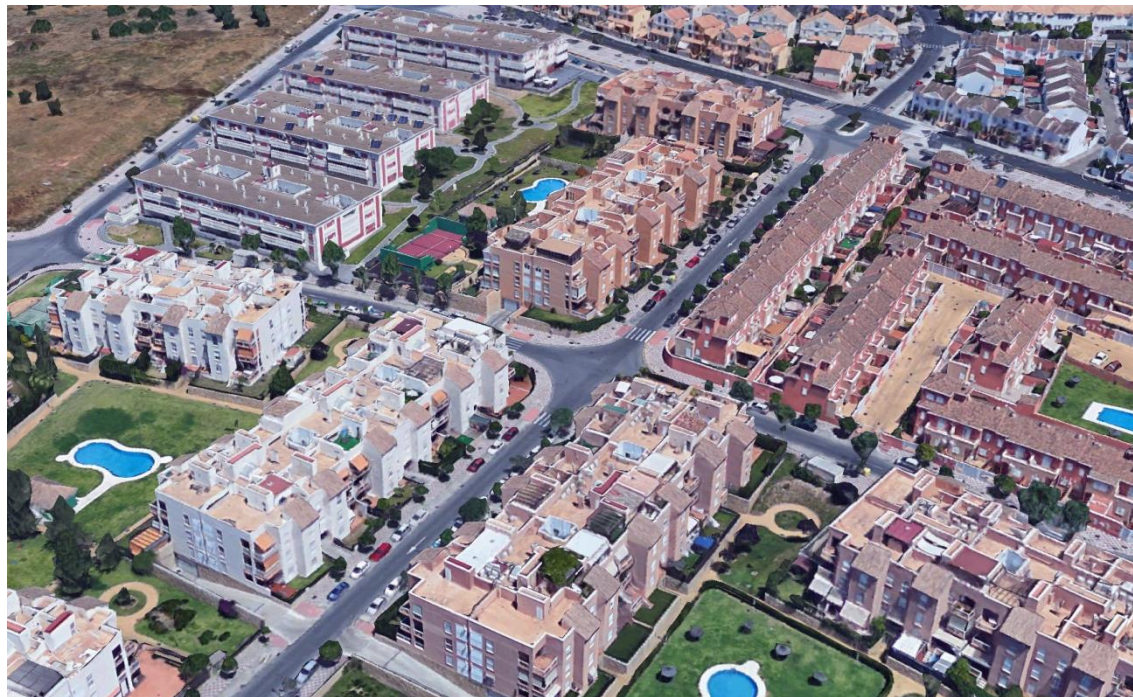


Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo D

Zona de expansión reciente en la primera corona metropolitana. Urbanización extensiva con edificios exentos. Uso predominantemente residencial con viviendas plurifamiliares en alturas de dos y tres plantas. La antigüedad de los edificios es muy escasa y han sido contruidos casi en exclusividad después del año 2000. Las viviendas son predominantemente de extensión media, con superficies entre 120 y 180 m². La densidad de población es muy alta, por encima de los 18.000 hab/km², ya que la celda cuenta con más de 1.100 personas residentes dentro de la misma. Existe una presencia baja de piscinas, fundamentalmente son comunitarias, y una presencia muy alta de patio y jardín.

El consumo de agua es medio.

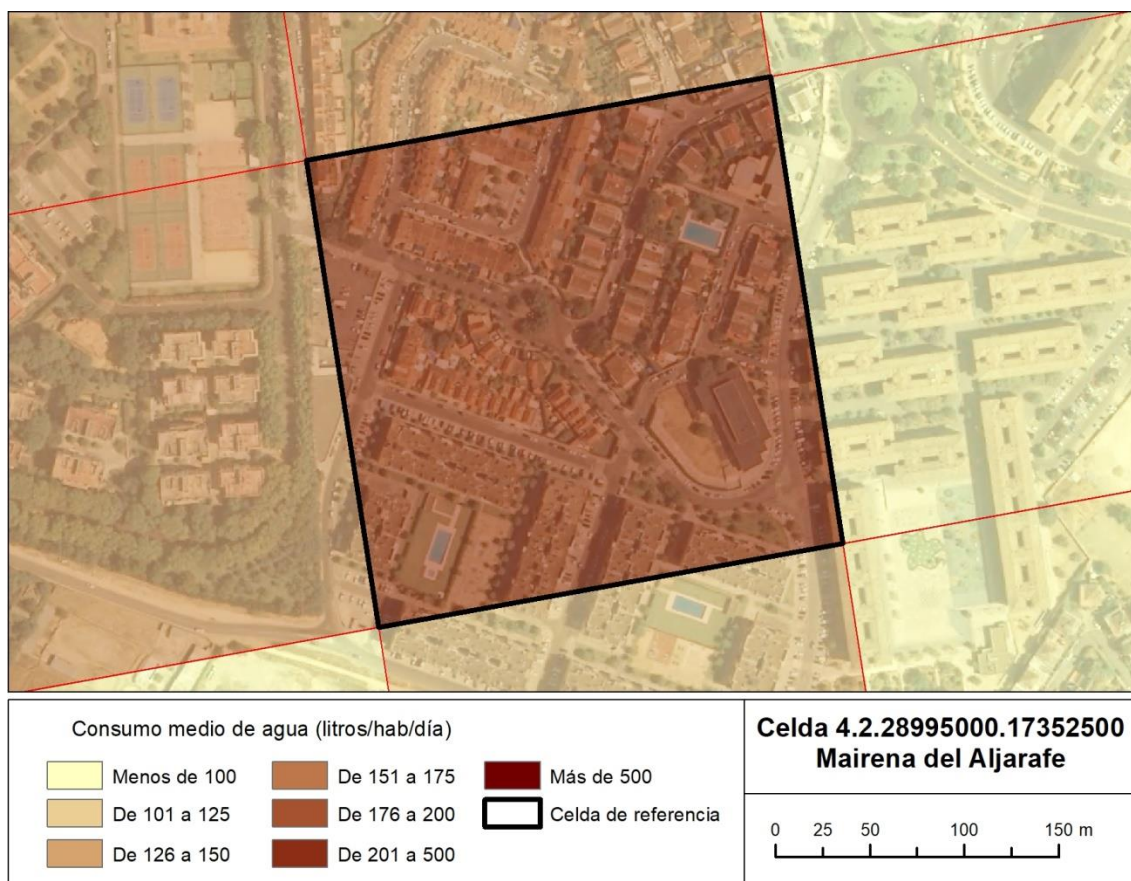


Urbanización Aljamar, Tomares

Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 14. 4.2.28995000.17352500 (Mairena del Aljarafe)

Celda	4.2.28995000.17352500		
Municipio	Mairena del Aljarafe		
Población y consumo de agua			
Población	1.012	hab	
Consumo de agua (anual)	71.197	m ³	
Consumo por persona y día	183,1	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Residencial	92,78	%
Tipología	Plurifamiliar I	59,66	%
Superficie construida	< 120 m ²	52,91	%
Antigüedad	1991 - 2000	69,90	%
Piscina	Tipo I	271	m ²
Patio/jardín	Tipo II	14.507	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo D

Zona de expansión reciente en la primera corona metropolitana. Urbanización extensiva con edificios exentos, uso predominantemente residencial con viviendas plurifamiliares en alturas de dos y tres plantas, combinada con viviendas unifamiliares adosadas. La antigüedad es de edificios construidos predominantemente en la última década del siglo XX. Las viviendas son predominantemente de extensión baja y media. La densidad de población es muy alta, superior a los 16.000 hab/km². Con más de 1.000 personas con residencia en viviendas dentro de la celda. Existe una presencia baja de piscinas y una presencia media de patio y jardín.

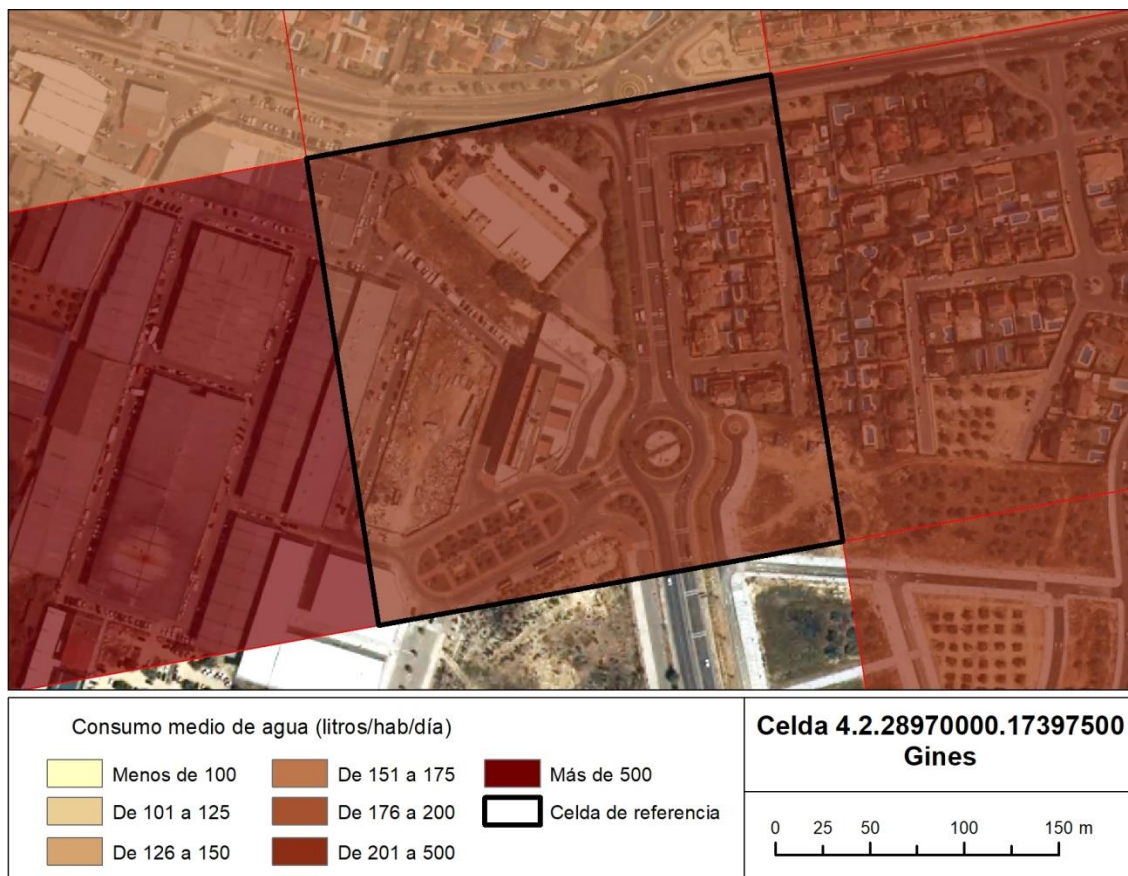
El consumo de agua es alto.



Urbanización Ciudad Almar, Mairena del Aljarafe
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 15. 4.2.28970000.17397500 (Gines)

Celda	4.2.28970000.17397500		
Municipio	Gines		
Población y consumo de agua			
Población	76	hab	
Consumo de agua (anual)	7.063	m³	
Consumo por persona y día	254,6	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Oficina, comercio, ocio y hostelería	59,21	%
Tipología (residencial)	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida (residenc.)	> 180 m²	88,41	%
Antigüedad	Posterior a 2000	76,57	%
Piscina	Tipo I	301	m²
Patio/jardín		4.001	m²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo E

Zona de expansión reciente en la primera corona metropolitana dentro del municipio de Gines. Urbanización extensiva, uso predominantemente productivo con oficinas y zona comercial, combinado con uso residencial, con viviendas unifamiliares pareadas. La antigüedad de los edificios construidos es predominantemente posterior al año 2000. Las viviendas son predominantemente de extensión alta, por encima de los 180 m². La densidad de población es muy baja, no llegando a 100 el número total de habitantes. En este sentido hay que tener en cuenta que solo una parte de la celda cuenta con viviendas, el resto es de uso comercial y de oficinas. Existe una presencia baja de piscinas y muy baja en cuanto a patio y jardín.

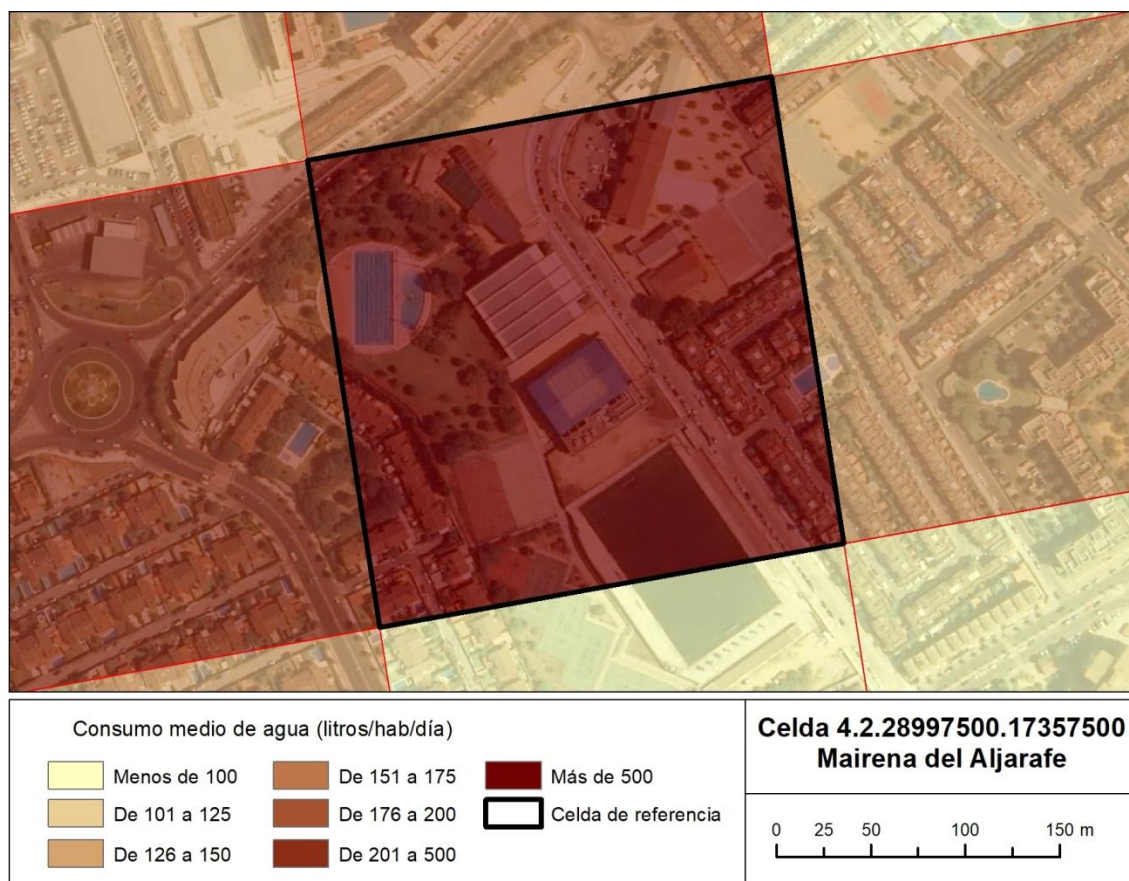
El consumo de agua por habitante es alto.



Confluencia de las carreteras A-8076 y A-8062. Polígono industrial Serviasa, Gines
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

Perfil 16. 4.2.28997500.17357500 (Mairena del Aljarafe)

Celda	4.2.28997500.17357500		
Municipio	Mairena del Aljarafe		
Población y consumo de agua			
Población	172	hab	
Consumo de agua (anual)	48.736	m ³	
Consumo por persona y día	776,3	l/hab/día	
Características urbanas			
Usos	Deportivo/educativo	63,60	%
Tipología (viviendas)	Unifamiliar	100,00	%
Superficie construida (viviend.)	120 - 180 m ²	92,71	%
Antigüedad	1971 - 1990	92,29	%
Piscina	Tipo III	1.566	m ²
Patio/jardín		4.351	m ²



Fuente: Elaboración propia

Celda de perfil tipo E

Zona de expansión reciente en la primera corona metropolitana dentro del municipio de Mairena del Aljarafe. Urbanización extensiva, uso predominantemente deportivo y educativo, combinado con uso residencial, con viviendas unifamiliares adosadas. Dentro de la celda se encuentra un centro escolar, una piscina descubierta, un centro polideportivo cubierto, centro acuático y zonas polideportivas descubiertas con campo de fútbol, pistas de baloncesto/balonmano y de tenis. La antigüedad es de edificios construidos predominantemente entre 1971 y 1990. Las viviendas son predominantemente de extensión media. La densidad de población es muy baja. Existe una presencia alta de piscinas y presencia muy baja de patio y jardín.

El consumo de agua es muy alto.



Complejo deportivo Cavaleri y Urbanización Aljarasol, Mairena del Aljarafe
Fuente: imagen panorámica (3D) tomada de Google Earth

CONCLUSIONES

El principal objetivo de este trabajo ha sido estudiar la aportación que puede ofrecer la información desagregada en unidades de observación homogéneas y de dimensiones reducidas, como herramienta para el análisis de las pautas de comportamiento de la población en relación al consumo doméstico de agua.

Se parte de la idea, planteada en una serie amplia de proyectos y que en gran medida está apoyada e impulsada por organismos supranacionales como Eurostat o *Global Geospatial Information Management* (UN-GGIM), de la importancia de trabajar en la referenciación de la población en entidades más desagregadas que la del municipio, con la finalidad de conocer una distribución de ésta más realista que la tratada tradicionalmente (EFGS, 2013 y 2014). El segundo paso que se establece es el de la integración de esta información con otra de carácter estadístico con la finalidad de alcanzar un mejor conocimiento del territorio desde una gran diversidad de perspectivas. La hipótesis de estas iniciativas es la de que trabajar con información desagregada en unidades de observación y análisis de dimensiones reducidas, permite un acercamiento más realista a los patrones de comportamiento de las distintas variables estudiadas.

La información con la que se ha trabajado y con la que se han realizado las tareas de integración y posterior análisis espacial, es la del consumo doméstico de agua. De este modo, se han realizado operaciones de georreferenciación de la información de las acometidas y su correspondiente consumo a nivel de portal y se ha agregado a las celdas de 250 m de lado que contiene información de la población residente. Posteriormente, se ha integrado la información y se ha localizado en las distintas zonas del ámbito de estudio en un nivel de desagregación de detalle muy alto, con lo que se pueden observar las diferencias en el comportamiento del consumo en las distintas áreas del territorio, y así individualizarlo y realizar tareas de análisis. Partiendo de todas estas premisas, se analiza a continuación los distintos aspectos que se han contemplado en este trabajo y las principales conclusiones obtenidas.

1. Sobre los datos

Con respecto a los datos, es importante comenzar comentando la consistencia de la información en celdas provenientes del Mapa de la Distribución Espacial de la Población en Andalucía, como lo es también en gran parte de los países europeos, lo

que permite analizar con gran precisión y gran nivel de detalle la localización espacial de la población en territorios como el del ámbito de trabajo del Aljarafe, y permite ponerla en relación con el consumo doméstico de agua. Hoy en día esto se puede llevar a cabo cada vez con más frecuencia y es una tendencia en desarrollo a lo largo de los últimos años en la práctica totalidad de los países europeos. El salto cualitativo que se da al utilizar una celda regular y de tamaño reducido permite una mayor precisión en la identificación del lugar de residencia de la población (Rodríguez & Ojeda, 2016). Estas dos variables, población y consumo de agua, van lógicamente muy relacionadas.

Por otro lado, la información del Catastro es también una fuente de datos muy útil para conocer las características de los bienes inmuebles, tal y como se ha podido constatar también en este trabajo. Es un producto muy consolidado, completo y exhaustivo, que permite extraer una información rica e ilustrativa de las características urbanas del territorio desde diversos puntos de vista. Es una información elaborada con una finalidad administrativa muy concreta, de carácter fiscal, y sin vocación estadística, pero cuya exhaustividad y precisión, tanto en su componente espacial como temática, la convierten en una fuente de datos estadísticos valiosa y con una potencialidad muy amplia (Pérez-Alcántara *et al.*, 2016 y 2017; Villarín, 2015; Llausàs *et al.*, 2018). Algunos autores, ponen ciertos reparos en cuanto a la precisión de los datos para caso de estudio relacionado con la presencia de piscinas privadas (Llausàs *et al.*, 2018), cuestión esta de la falta de precisión que no ha podido constatar en el caso del ámbito de trabajo de esta tesis doctoral.

La potencialidad de uso no se circunscribe a los casos nombrados sino que es mucho más amplia. La desagregación espacial es máxima, puesto que llega hasta el bien inmueble, por una vía, aunque la referencia espacial máxima sea la parcela catastral. Por otro lado, llega también a ciertas subdivisiones internas del bien inmueble, caso de las unidades constructivas, que pueden ser muy útiles, según cuál sea el caso de estudio. En particular, para este trabajo ha sido de gran utilidad la información de piscinas, la de patios y la de jardines.

Por último, en cuanto a la información relativa al consumo de agua, es conveniente señalar que esta no estaba inicialmente georreferenciada y ha habido que realizar las tareas oportunas para localizarla espacialmente. La desagregación espacial ha sido máxima, la acometida, y una parte de estas han tenido dificultades para ser geocodificadas por disparidad en los datos de direcciones postales entre la base de

datos de la empresa de aguas y las contenidas en el CDAU. Esto ha impedido mayor precisión en la información final de síntesis y una mayor profundidad en algunos aspectos importantes en la relación entre consumo y las características del territorio. Se plantea, por tanto, la necesidad de que las empresas de abastecimiento y saneamiento de agua depuren esta información e incluso mejoren la georreferenciación de todas sus acometidas, puesto que es una tarea que permite conocer mejor las tendencias territoriales en el consumo doméstico del agua, tal y como se ha podido demostrar en este trabajo.

Independientemente de lo relacionado con la información de consumo de agua, se plantea la necesidad de sistematizar la normalización de la referenciación de la información estadística para facilitar las tareas de integración en la línea de lo que plantea el Foro Europeo de Geografía y Estadística en sus proyectos Geostat 2 y 3 (EFGS, 2017). La georreferenciación a través de unión masiva de datos utilizando como información de enlace la de las direcciones postales es un recurso que se plantea hoy como óptimo, pero es costoso y es necesario repetirlo para todos los casos, es decir para todas las bases de datos con las que se desee realizar la integración. Aparte de esto, es imprescindible comentar que para el caso de esta tesis, esta georreferenciación ha sido posible porque se ha podido contar con la base de datos del CDAU, elaborada por el IECA, que tiene ya un grado muy amplio de madurez y consolidación. En este trabajo no se han realizado comprobaciones de las posibilidades de realizar tareas similares fuera de territorio andaluz, aunque es sabido que el Instituto Nacional de Estadística realizó una tarea muy valiosa con la toma de datos del Censo de 2011, en la que se profundizará y mejorará para el de 2021.

Pero la normalización de las operaciones de referenciación no debe afectar solo a la información de los callejeros y de los portaleros, sino a toda la información estadística susceptible de ser referenciada espacialmente. La normalización de esta información debe ir en la línea de generar una codificación normalizada, una especie de *DNI*, que permita identificar con claridad a cada uno de los elementos individuales que se encuentran en una base de datos y que esa identificación permita una correlación directa con su localización espacial, con el par de coordenadas que le corresponden, tomados como norma de un portal georreferenciado.

2. Sobre la metodología de análisis del consumo doméstico de agua en escalas infra-municipales

La propuesta metodológica desarrollada en este trabajo se apoya en gran medida en otras utilizadas en trabajos que analizan los elementos que condicionan el mayor o menor consumo doméstico de agua. Éstos descansan en dos premisas fundamentales, que son, por un lado, las características socioeconómicas de la población que ocupa el territorio y su relación con el consumo de agua (Garcia *et al.* 2013; March & Saurí, 2010), y, por otro, las características territoriales que también lo condicionan, muchas veces en una relación muy directa con las características socioeconómicas. Estas particularidades territoriales se resumen fundamentalmente en la densidad urbana y en la presencia de determinados elementos que influyen en el mayor consumo, caso de las piscinas y jardines privados (Domene & Saurí, 2006; Garcia *et al.*, 2014; March *et al.*, 2015; Llausàs *et al.*, 2018). Estos trabajos se encuentran normalmente con el problema del acceso a la información a un nivel de desagregación alto, lo que ha obligado a trabajar habitualmente con muestras representativas que han dificultado el análisis y la difusión de los resultados a nivel de detalle infra-municipal.

El salto cualitativo que se da con la propuesta metodológica que se realiza en esta tesis doctoral reside precisamente en trabajar en el desarrollo de un método de análisis exhaustivo partiendo de la integración de información desagregada de población, consumo de agua y características urbanas (EFGS, 2017, Petri, 2015; Rodríguez & Ojeda, 2016; Scott, 2017; Trainor, 2017). Los resultados muestran una gran potencia de esta propuesta, por la capacidad de síntesis que aporta la metodología ensayada y las posibilidades de individualización de los resultados sintéticos contenidos en cada una de las celdas, tal y como se muestran en el último apartado del capítulo V de Análisis y Resultados.

3. Sobre la dimensión de la unidad de observación

La dimensión de la unidad de trabajo ha venido establecida por la fuente de datos de la Distribución Espacial de la Población en Andalucía. El IECA toma como referencia los trabajos del EFGS y los organismos públicos que referencian inicialmente la población para la elaboración del primer mapa de población en Europa del año 2006. Estos trabajos están realizados con celdas de 1 km de lado y el mismo sistema de referencia original para todos ellos. De este modo, el IECA utiliza para Andalucía los

mismos planteamientos, pero reduciendo el tamaño de la celda a 250 m y genera una malla con la distribución de la población, con periodicidad anual desde el año 2013. Esta malla de 250 m tiene actualmente la consideración de oficial para trabajos de desagregación espacial de la información en Andalucía.

Con esta referencia espacial es con la que se ha trabajado y la celda de 250 m se ha utilizado en esta tesis como unidad de observación y como unidad de análisis y en ella se ha integrado la información de población, la de consumo de agua y la de catastro. Las dimensiones de la celda han resultado ser muy adecuadas para conseguir los objetivos planteados en este trabajo, puesto que, por un lado, se ha llegado a un nivel de desagregación muy amplio y se han generado entidades con un nivel de homogeneidad territorial muy valioso. Pero es también importante dejar constancia de que esta homogeneidad no es total, puesto que el territorio es siempre heterogéneo por definición. Las celdas son entidades virtuales que no se pretende que coincidan con ninguna frontera natural ni administrativa. Buscar la coincidencia con estos límites para crear unidades temáticamente más homogéneas rompería la filosofía de partida de estas unidades y complicaría su generación. La decisión sobre las dimensiones de la celda es la que define el grado de homogeneidad de cada una de las unidades de observación. Una modificación en las dimensiones de las celdas para reducir su tamaño, y por lo tanto desagregar aún más la información, puede ser objeto de estudios futuros. En este no se ha planteado esa opción, entre otras cuestiones, porque la información de población no se difunde actualmente de forma más desagregada que en las celdas de 250 m, aunque es cierto que hay estudios que hablan ya de celdas de dimensiones menores (Loonis, 2014; Freire & Halkia, 2015; Pérez-Alcántara *et al.* 2016 y 2017).

4. Sobre las unidades de observación regulares en cuanto a forma y tamaño

La rejilla regular se ha mostrado como muy útil para las tareas de análisis y de síntesis de la información. Sobre los resultados y la utilización de la celda de 250 m como unidad de análisis, se puede concluir que la homogeneidad en la rejilla en cuanto a forma y tamaño ayuda de una manera muy determinante a realizar las operaciones de análisis y a trazar los patrones de comportamiento espacial de las variables que se tratan en este trabajo, tanto en la distribución de la población como en la relación que existe entre consumo de agua y patrones urbanísticos, de gran utilidad en la planificación de los servicios públicos. Esta rejilla permite individualizar el territorio,

integrar la información de manera sencilla, ayuda a dimensionar la información integrada en cada unidad y facilita, y esto quizás sea lo más destacable, la comparabilidad entre unidades y entre zonas, ya que esa comparabilidad no queda distorsionada por las dimensiones o por la forma de la unidad de análisis.

Estos aspectos se pueden observar de una forma muy clara en los ejemplos con los que se ha trabajado en el apartado 2.3 del capítulo V, donde se muestran los datos sintéticos de 16 celdas, que son representativas de las 1.412 que cubren el territorio. La homogeneidad de cada una de las celdas facilita la comparabilidad entre ellas, permitiendo observar las coincidencias y las diferencias territoriales que existen entre estas. De este modo es sencillo determinar, después de realizado el análisis pertinente, el tipo de celda en el que se encuentra cada una de ellas, en función de la densidad de población, consumo per cápita, así como el de las variables urbanas tratadas, sin que estos datos se vean alterados por la heterogeneidad de las unidades territoriales. La homogeneidad de las unidades de observación permite confirmar de una forma muy clara las semejanzas que existen, por ejemplo, en las celdas de los centros urbanos de Pilas o Villanueva del Ariscal, frente a las de las Urbanizaciones La Estrella en Palomares del Río o Simón Verde en Mairena del Aljarafe.

5. Sobre la riqueza de análisis de la información desagregada de consumo de agua

Uno de los saltos cualitativos que se dan en esta tesis doctoral deriva del cambio en la escala del análisis del consumo de agua, respecto a trabajos anteriores. Se ha comentado ya que la utilización de una celda regular y de tamaño reducido permite una mayor precisión en la identificación del lugar de residencia de la población, pero esta precisión se consigue también, y de una forma muy nítida, con la localización del consumo de agua. Analizando las dificultades que existen para trabajar con información desagregada a nivel de detalle, tal y como se ha analizado en el capítulo I, es importante profundizar en el trabajo con datos desagregados espacialmente, cuestión que no había sido antes explorada con este nivel de detalle para consumos domésticos de agua.

Así, en esta tesis doctoral se dan dos pasos que se consideran relevantes. El primero de ellos es el de poder representar la información de consumo per cápita de todo un territorio completo de 300.000 habitantes en un nivel de desagregación muy amplio, con celdas de 250 m y más de 1.100 unidades de observación. El segundo paso es el

de poder integrar, junto con la información del consumo de agua per cápita, el de las características urbanas de cada una de esas entidades, lo que ha permitido analizar los factores de carácter territorial que explican la presencia de un mayor o menor consumo de agua.

6. Sobre las diferencias territoriales en el consumo de agua

Los aspectos que se han descrito en el apartado anterior han permitido disponer de una información con la que se ha podido analizar el consumo de agua y sus patrones de comportamiento territorial en función de las variables que influyen en dichos consumos. Estas variables han sido contrastadas con la literatura científica generada sobre esta cuestión y, en particular, en esta tesis doctoral se han podido confirmar gran parte de los planteamientos que se hacen en esas investigaciones previas, aunque estas partían de otras fuentes de información y aplicaban metodologías diferentes.

Además de confirmar y reforzar hipótesis y resultados logrados en trabajos anteriores, en esta tesis se avanza de forma muy importante, y como aportación fundamental, en el uso de niveles de desagregación diferentes, menos amplios. De esta forma, las unidades de observación utilizadas han permitido individualizar el territorio y analizarlo por separado, tal y como se ha presentado, a título de muestra, en la parte final del capítulo V de análisis y resultados (apartado 2.3), lo que aporta información de detalle y mayores matices y conocimientos sobre los patrones de consumo.

Así, se ha ido viendo a lo largo de esta tesis doctoral cómo hasta ahora la información se organiza y analiza habitualmente a nivel municipal, y se pueden observar las diferencias en los datos relativos al consumo doméstico de agua, con municipios con un consumo alto frente a otros con datos más contenidos, que en el caso de Aljarafe va desde algunos que superan los 150 o incluso los 170 litros como media, frente a otros que rondan los 100 litros/persona/día. Este análisis permite concluir que las características territoriales y de la estructura del poblamiento de cada uno de estos municipios explican el mayor o menor consumo medio de agua, ya que los primeros tienden a ser municipios con un patrón territorial de poblamiento predominantemente disperso, mientras que los segundos responden más al patrón tradicional de poblamiento concentrado. Pero ese mismo análisis realizado con datos desagregados en las celdas de 250 m nos ofrece datos en los que se observa que las celdas de los núcleos urbanos principales de los municipios con consumo alto tienen unos valores

muy similares a los de los núcleos principales de los municipios con consumo reducido, mientras que los de determinadas urbanizaciones de construcción reciente suelen tener datos elevados de consumo, independientemente del municipio al que pertenecen.

Esta desagregación ha permitido matizar los valores de consumo dentro de las distintas zonas que existen en un municipio, así como analizar los patrones territoriales que existen en el mismo. El salto cualitativo que se da en este sentido es muy significativo y es una de las principales aportaciones que hace esta tesis doctoral.

7. Sobre la cartografía como herramienta de análisis

Independientemente de que en esta tesis se ha trabajado con información referenciada y organizada de tal forma que ha podido ser tratada y analizada con herramientas y geoprocursos propios de los sistemas de información geográfica, se han utilizado los recursos cartográficos para mejorar la comunicación y presentación de los resultados. Sería difícil entender el trabajo realizado si se eliminaran los mapas, que no son elementos aislados, sino que forman parte del discurso y del mensaje que se ha pretendido transmitir. Se ha estudiado con detenimiento la escala de trabajo, aunque adaptándola a las dimensiones de la publicación, de tal forma que la lectura del texto y de los mapas fuera cómoda y no dificultara la transmisión de la información, al entender que la claridad y calidad de la presentación gráfica es fundamental en este tipo de investigaciones. Se ha estudiado también la simbología utilizada en la información temática principal y en la información de contexto para transmitir con claridad el mensaje.

La conclusión principal es que la cartografía es una herramienta muy potente como síntesis de la información estadística, como herramienta de análisis en sí, y que es muy pertinente profundizar en su utilización y en el tratamiento de los recursos que ofrece como herramienta. Con la elaboración de cartografía temática de carácter estadístico se plantea una interesante complementariedad de correspondencia biunívoca:

- La representación espacial de los datos estadísticos ayuda a entender e interpretar mejor esos datos
- Los datos estadísticos representados espacialmente ayudan a comprender mejor cómo se configura el territorio

Se ha realizado una selección de mapas estáticos para esta publicación dada la imposibilidad de incluir toda la cartografía que se ha generado. Estos mapas han ilustrado y ayudado a explicar gran parte del proceso que se ha seguido y han ayudado a entender el mensaje que se ha pretendido transmitir. Se podría haber ampliado la presencia de cartografía para presentar más datos, pero un exceso de aportaciones de este tipo no hubiera sido oportuno, y habría complicado en gran medida la transmisión del mensaje.

Es cierto que los sistemas de difusión ofrecen actualmente la posibilidad de organizar esta información a través de visores cartográficos que, normalmente a través de internet, permiten acceder a aquella información que puede explicar todo el proceso que se ha llevado a cabo en un trabajo como este. Por lo que se plantea dar continuidad a esta tesis doctoral, en colaboración con Aljarafesa, a través del desarrollo y publicación de un geovisor disponible para los consumidores.

Por tanto, es interesante considerar la posibilidad de profundizar en la utilización de estas herramientas como soporte para la difusión exhaustiva de la información, ya que permiten una presentación mucho más dinámica de esta y son una oportunidad de futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Arbués, F., García-Valiñas, M. A., Martínez-Espiñeira, R. (2003). Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. *Journal of Socio-Economics* 32 (2003) 81–102.
- Ascher, F. (2004). *Los nuevos principios del urbanismo*. Ed. Alianza.
- Bakker, K. (2007a): The "Commons" versus the "Commodity": Alter-globalization, antiprivatization and the human right to water in the global south. *Antipode*, 39, 430-455.
- Bao, S. & She, B. (2014). Spatial Data Integration with China and US Geo-Explorers. EFGS Krakow Conference 2014. 22-24 October, Krakow, Poland.
- Boag, G. and McDonald, D.A. (2010): A critical review of public-public partnerships in water services. *Water Alternatives*, 3(1).
- Bresters, P. (2014). Harmonizing population grid data into the INSPIRE data model. EFGS Krakow Conference 2014. 22-24 October, Krakow, Poland.
- Bueno, M. C., Martin, D., D'Antona, A. (2013). Brazilian Statistical Grid - a hybrid approach. EFGS Sofia Conference, 2013, 23-25 October, Sofia, Bulgaria.
- Chang, H. & House-Peters, L. (2011). Urban water demand modeling: Review of concepts, methods, and organizing principles. *Water Resources Research* 47
- Chiocchini, R., Mugnoli, S., Esposto, A., Lipizzi, F., Lombardo, G. & Minguzzi, R. (2014). Land Cover and Census integration geographic datasets to realize a statistics synthetic maps. EFGS Krakow Conference 2014. 22-24 October, Krakow, Poland.
- Corcoran, D. (2017). The role of national address database in adding value to Irish statistics. EFGS Dublin Conference, 2017, 2-3 November, Dublin, Ireland.
- Delgado Bujalance, B. (2006). Transformaciones rápidas en los paisajes metropolitanos del Aljarafe sevillano. *Ería*, núm. 70. Pp. 161-173.
- Delgado Bujalance, B. y García García, A. (2009). Una aproximación a los nuevos paisajes de la Metápolis en Andalucía. *Scripta Nova*, Vol. XIII, núm. 297.

- Deoreo, W. B. y Mayer, P. W. (2012): “Insights into declining single-family residential water demands”, *Journal-American Water World Association*, 104/6, pp. 383-394.
- Domene, E. y Saurí, D. (2003): “Modelos urbanos y consumo de agua. El riego de jardines privados en la Región Metropolitana de Barcelona”, *Investigaciones Geográficas*, 32, pp. 5-17.
- Domene, E. y Saurí, D. (2006): “Urbanization and water consumption. Influencing factors in the Metropolitan Region of Barcelona”, *Urban Studies*, 43/9, pp. 1.605-1.623.
- Domene, E., Saurí, D., Molina, J., et al. (2004): *Estudi del consum d'aigua als edificis de la Regió Metropolitana de Barcelona: Situació actual y possibilitats d'estalvi*, disponible en http://www.fundacioabertis.org/rcs_est/estudi_complet.pdf, fecha de consulta 07/11/2015.
- Domene, E., Saurí, D. y Parés, M. (2005): “Urbanization and sustainable resource use: the case of garden watering in the metropolitan region of Barcelona”, *Urban Geography*, 268, pp. 520-535.
- Duque, I. (2013). Using Census 2011 geodata of Spain. EFGS Sofia Conference, 2013, 23-25 October, Sofia, Bulgaria.
- Duque, I. (2015). Surrounding paths for improving spatial point addresses in Spanish statistical production. EFGS Vienna Conference 2015. 10-12 November, Vienna, Austria.
- Embid Irujo, A. (Director) (2012). *Agua y ciudades*. Editorial Aranzadi
- Enrique, I. (2013). *La movilidad cotidiana en las regiones urbanas de Andalucía. La movilidad según tipos de planeamientos*. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.
- Enrique, I. & Ojeda, S. (2013). A population grid for Andalusia (Spain). EFGS Sofia Conference, 2013, 23-25 October, Sofia, Bulgaria.
- Enrique, I. Molina, J. E., Ojeda, S., Escudero, M. y Pérez, G. (2013). Distribución espacial de la población en Andalucía. Año 2013. *Cuadernos Geográficos* 52(2), 153-157.

- European Forum for GeoStatistics, EFGS (2012): *ESSnet project GEOSTAT 1A-Representing Census data in a European population grid-Final Report*. Eurostat-Luxembourg.
- European Forum for GeoStatistics, EFGS (2013): *ESSnet project GEOSTAT 1B-Representing Census data in a European population grid-Final Report*. Eurostat-Luxembourg.
- European Forum for Geography and Statistics, EFGS (2017). A Point-based Foundation for Statistics. Final report from the GEOSTAT 2 project. Eurostat-Luxembourg.
- Freire, S. & Halkia, M. (2014). GHSL application in Europe: Towards new population grids. EFGS Krakow Conference 2014. 22-24 October, Krakow, Poland.
- Freire, S. & Halkia, M. (2015). Towards a 100-m, GHSL-based population grid in Europe. EFGS Vienna Conference 2015. 10-12 November, Vienna, Austria.
- Gallego, F. J. (2010). A population density grid of the European Union. *Popul Environ* (2010) 31, pp. 460–473.
- García, X., Llausàs, A., Ribas, A. & Saurí, D. (2014). Watering the garden: preferences for alternative sources in suburban areas of the Mediterranean coast. *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability* pp. 548-554.
- García, X., Ribas, A., Llausàs, A. & Saurí, D. (2013). Socio-demographic profiles in suburban developments: Implications for water-related attitudes and behaviors along the Mediterranean coast. *Applied Geography*, nº 41 (2013), pp. 46-54.
- García Martín, M (2013). Percepciones y valoraciones sociales del territorio en las aglomeraciones urbanas: paisaje y lugar en el Aljarafe (Sevilla). Tesis doctoral.
- García Martín, M. (2014). Transformaciones territoriales recientes en el Aljarafe sevillano: de la vocación rural a la integración metropolitana. *Cuadernos Geográficos* 53 (2), pp. 25-53.
- Ghosh, M. & Rao, J.N.K., (1994). Small Area Estimation: An Appraisal, *Statistical Science*, Vol. 9, nº1, Pp. 55-93.
- Gil Olcina, A., Hernández, M., Morote, A. F., Rico, A. M., Saurí, D. y March, H. (2015): *Tendencias del consumo de agua potable en la ciudad de Alicante y Área*

- Metropolitana de Barcelona 2007-2013*, Hidraqua, Gestión Integral de Aguas de Levante S.A. y la Universidad de Alicante, 164 pp.
- Gilg, A. y Barr, S. (2006): “Behavioral attitudes towards water saving? Evidence from a study of environmental actions”, *Ecological Economics*, 57, pp. 400-414.
 - Goerlich Gisbert, F. J. y Cantarino Martí, I. (2012). *Una grid de densidad de población para España*. Bilbao: Fundación BBVA.
 - Goerlich, F. (2013). Urban/Rural Areas: Population density (from a 1 km² grid), land cover and remoteness as basic elements for an urban/rural typology at LAU2 level. EFGS Sofia Conference, 2013, 23-25 October, Sofia, Bulgaria.
 - Gregory, G. D. y Di Leo, M. (2003): “Repeated behavior and environmental psychology: the role of personal involvement and habit formation in explaining water consumption”, *Journal of Applied Social Psychology*, 33, pp. 1.261-1.296.
 - Harlan, S. L., Yabiku, S. T., Larsen, L. y Brazel, A. J. (2009): “Household water consumption in an arid city: Affluence, affordance and attitudes”, *Society and Natural Resources*, 22/8, pp. 691-709.
 - Hof, A. y Schmitt, T. (2011): “Urban and tourist land use patterns and water consumption: evidence from Mallorca, Balearic islands”, *Land Use Policy*, 28/4, pp. 792-804.
 - Hurd, B. H. (2006). Water conservation and residential landscapes: Household preferences, household choices. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 31:173–92.
 - Jorgensen, B., Graymore, M. y O’toole, K. (2009): “Household water use behavior: An integrated model”, *Journal of Environmental Management*, 91, pp. 227-236.
 - Kraus, J., Moravec, S. (2013). Disaggregation Methods for Georeferencing Inhabitants with Unknown Place of Residence: the Case Study of Population Census 2011 in the Czech Republic. EFGS Sofia Conference, 2013, 23-25 October, Sofia, Bulgaria.
 - Kuzma, I. & Nikić, B. (2015). Mobile positioning and Statistical derivatives - The way forward? EFGS Vienna Conference 2015. 10-12 November, Vienna, Austria.
 - Llausàs, A. & Saurí, D. (2017) A Research Synthesis and Theoretical Model of Relationships Between Factors Influencing Outdoor Domestic Water Consumption,

Society & Natural Resources, 30:3, 377-392, DOI: 10.1080/08941920.2016.1185559.

- Llausàs, A., Hof, A., Wolf, N., Saurí, D. y Siegmund, A. (2018). Applicability of cadastral data to support the estimation of water use in private swimming pools. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 0(0) 1–17. DOI: 10.1177/2399808318756370.
- Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. Boletín Oficial del Estado, número 163.
- Ley 3/2013, de 24 de julio, por la que se aprueba el Plan Estadístico y Cartográfico de Andalucía 2013-2017. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, número 154.
- Loh, M. y Coghlan, P. (2003): *Domestic water use study: Perth, Western Australia 1998-2001*, Perth, Water Corporation, 33 pp.
- Loonis V. (2014). Dissemination of sensitive variables in a 200m x 200m national grid datasets. EFGS Krakow Conference 2014. 22-24 October, Krakow, Poland.
- López, I., Giusso, C., Juárez, M. L., Rotger, D. V., Velazco, E. (2012). De las metrópolis a las metápolis. El paisaje como instrumento de análisis. Caso: Región del Gran La Plata. Actas 7º Congreso de Medio Ambiente AUGM. 22-24 de mayo de 2012. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina.
- López Paños, R. (2000) Estimaciones para áreas pequeñas (1), *Estadística Española. Vol. 42, Núm. 146*, págs. 291 a 338.
- March, H., Hernández, M., & Saurí, D. (2015). Assessing domestic water use habits for more effective water awareness campaigns during drought periods: a case study in Alicante, eastern Spain. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15, pp. 963–972, May 2015.
- March, H. & Saurí, D. (2010) The Suburbanization of Water Scarcity in the Barcelona Metropolitan Region: Sociodemographic and Urban Changes Influencing Domestic Water Consumption, *The Professional Geographer*, 62:1, 32-45.
- Mitchell, J. (2001): “Urban sprawl”, *National Geographic*, 200, pp. 48-56.
- Mora-García, R. T., Marti-Ciriquian, P. (2015). Desagregación poblacional a partir de datos catastrales. De la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.)

- (2015). Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 305-314. Universidad de Zaragoza-AGE.
- Morote, A. F. y Hernández, M. (2014): “Jardines y urbanizaciones, nuevas naturalezas urbanas en el litoral de la provincia de Alicante”, *Documents d’Anàlisi Geogràfica*, 60/3, pp. 483-504.
 - Morote, A. F. y Hernández, M. (2016): “Jardines y patrones de ajardinamiento en las urbanizaciones del litoral de Alicante”, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 70, pp. 31-56.
 - Morote, A. F. (2017): “Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico”, *Estudios Geográficos*, 282: 257-281.
 - Noguero-Hernández, M. D.; Vallejo-Villalta, I.; Ramírez-Moreno, E. & Ramírez-Torres, A. (2016). Identificación del espacio residencial en Andalucía a partir de datos catastrales. En Aplicaciones de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para el desarrollo económico sostenible. XVII Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica, Málaga, 29, 30 de junio y 1 de julio 2016. pp. 421-430.
 - Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. Difundido bajo licencia Creative Commons.
 - Pérez-Alcántara, J. P., Díaz-Cuevas, M. P., Álvarez-Francoso, J. I., Ojeda-Zújar, J. (2016). Métodos de adscripción tratamiento espacial para la generación y visualización de indicadores de vivienda (GRID) a través de catastro. En Aplicaciones de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para el desarrollo económico sostenible. XVII Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica, Málaga, 29, 30 de junio y 1 de julio 2016. pp. 224-234.
 - Pérez-Alcántara, J. P., Ojeda-Zújar, J., Díaz-Cuevas, M. P., Álvarez-Francoso, J. I. (2017). Integración de Datos Poblacionales y Catastrales en estructura GRID: primeros resultados para el espacio residencial en el litoral andaluz. *Actas del XXV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles*. Madrid, 25-27 de octubre de 2017, pp. 1.619-1.628.
 - Petri, E. (2014). Integration of statistical and geospatial information – An overview of European and global initiatives. EFGS Krakow Conference 2014. 22-24 October, Krakow, Poland.

- Petri, E. (2015). Implementing the GEOSTAT Vision – a 10 points program towards a European statistical-spatial framework. EFGS Vienna Conference 2015. 10-12 November, Vienna, Austria.
- Piela, P. (2014). Commuting time for every employed: combining traffic sensors and many other data sources for population statistics. EFGS Krakow Conference 2014. 22-24 October, Krakow, Poland.
- Poelman, H. (2017). Mapping high-resolution population and employment data in urban areas, using Copernicus Urban Atlas as a framework: Some tests taking into account the third dimension. EFGS Dublin Conference, 2017, 2-3 November, Dublin, Ireland.
- Randolph, B. y Troy, P. (2008): “Attitudes to conservation and water consumption”, *Environmental Science and Policy*, 11/5, pp. 441-455.
- Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario. Boletín Oficial del Estado número 58.
- Rodríguez Díaz, V. y Ojeda Casares, S. (2016). Caracterización de la demanda potencial de los centros de salud de la ciudad de Sevilla. Aportaciones del análisis espacial al mapa de atención primaria. En Aplicaciones de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para el desarrollo económico sostenible. XVII Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica, Málaga, 29, 30 de junio y 1 de julio 2016, pp. 431-442.
- Salas-Olmedo, M. H., García Palomares, J. C., Gutiérrez, J., Moya-Gómez, B. (2015). Dynamic accessibility analysis using big data. ERSA 55th Congress | World Renaissance: Changing roles for people and places. Lisbon, 25-28 August 2015
- Santos, A. (2013). Using the European Grid “ETRS/LAEA_PT_1K” as the foundation for the new Portuguese Sampling Infrastructure. EFGS Sofia Conference, 2013, 23-25 October, Sofia, Bulgaria.
- Secretaría General de Ordenación del Territorio (SGOTU). Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía (2014). Catálogo de Paisajes de la Provincia de Sevilla.
- Scott, G. (2017). Disaggregation by Geographic Location: The geo-statistical dimensions of the SDGs. EFGS Dublin Conference, 2017, 2-3 November, Dublin, Ireland.

- Trainor, T. (2017). The Benefits of Coordinating Statistical and Geospatial Data for Smart Cities within the Framework of the 2030 Sustainable Development Agenda. EFGS Dublin Conference, 2017, 2-3 November, Dublin, Ireland.
- Troy, P. y Holloway, D. (2004): “The use of residential water consumption as an urban planning tool: a pilot study in Adelaide”, *Journal of Environmental Planning and Management*, 47, pp. 97-114.
- Troy, P., Holloway, D. y Randolph, A. B. (2005): *Water use and the built environment: Patterns of water consumption in Sydney, City Futures Research*, Report nº1, Kensington, City Futures Research Centre, Faculty of Built Environment, UNSW.
- United Nations (2010a): Declaration on the right to water. A/RES/64/292. General assembly. New York: UN. <http://www.un.org/en/ga/64/resolutions.shtml>
- United Nations (2010b): Human rights and access to safe drinking water and sanitation. A/HRC/RES/15/9. New York: UN. <http://daccess-ddsny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G10/166/33/PDF/G1016633.pdf>
- Vala, F., Mário Caetano, M. & Nunes, C. (2015). Bridging geographical and statistical information: a focus on inter-organizational cooperation in Portugal between INE and DGT. EFGS Vienna Conference 2015. 10-12 November, Vienna, Austria.
- Vallès, M., March, H. y Saurí, D. (2017). Examining the reduction in potable water consumption by households in Catalonia (Spain): Structural and contingent factors. *Applied Geography* 87:234-244.
- Velasco Martín-Varés, A. (2009). La importancia de llamarse Parcela Catastral. CT Catastro.
- Velasco Martín-Varés, A. (2007). La parcela catastral en las Infraestructuras Nacionales de Datos Espaciales (NDSI) y en INSPIRE. CT Catastro.
- Vidal, M., Domene, E. y Saurí, D. (2011). Changing geographies of water-related consumption: residential swimming pools in suburban Barcelona. *Area*, Vol. 43 Nº. 1, pp. 67–75.

- Villarín Clavería M. C. (2015). *Factores Explicativos de la Demanda Doméstica de Agua. Estudio a Microescala del Municipio de Sevilla*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.
- Worthington, A. C. y Hoffman, M. (2008): “An empirical survey of residential water demand modeling”, *Journal of Economic Surveys*, 5, pp. 842-871.